LIBRARY
NOV 13 1959
FISH & WILDLIFE SERVICE

東京水産大学特別研究報告

第1巻 第2号

JOURNAL
OF THE
TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

(Special Edition)

Vol. I, No. 2

TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES
1958
TOKYO JAPAN

Editors for this Journal

Ikunosuke Okada, Professor
Hiroshi Niino, Professor
Itsuo Kubo, Professor
Takeharu Kumagori, Professor

[*Journal of the T.U.F. (Special edition) Vol. I. pp. 39–102 March 1958.*]

東京水産大学特別研究報告

第 1 巻　第 2 号

JOURNAL
OF THE
TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES

(Special Edition)

Vol. I, No. 2

TOKYO UNIVERSITY OF FISHERIES
1 9 5 8
TOKYO　JAPAN

南極洋調査

(国際地球観測年)

自 昭和 31 年 9 月 25 日
至 昭和 32 年 4 月 24 日

目　　次

インド洋における鮪漁業試験と漁獲物の生物学的調査……39
1. インド洋における鮪漁業試験……39
1. 要　　約……39
2. 漁　　具……41
3. 漁　　法……42
4. 漁 業 結 果……45
5. 試験結果の検討……48
2. 第1次鮪延縄漁獲物の生物学的調査……51
1. 要　　約……52
2. Station 別の調査……53
3. 総 漁 獲 表……58
4. 生殖腺に関する調査……60
5. 胃内容物調査……60
3. 第2次鮪延縄漁獲物の生物学的調査……63
1. 要　　約……64
2. Station 別の調査……65
3. 総 漁 獲 表……68
4. 生殖腺の調査……69
5. 胃内容物調査……70
インド洋における水深測量および海底地形……73
太平洋西北部およびインド洋における水中照度の測定……83
インド洋における偽底像……93

CONTENTS

Tuna Long-line Fishing in the Indian Ocean and biological research on the catches 39

1. Tuna Long-line Fishing in the central Indian Ocean 39

2. Biological research on the catches by the primary Tuna Long-line Fishing in the Indian Ocean 51

3. Biological research on the catches by the secondary Tuna Long-line Fishing in the Indian Ocean 63

Echo soundings and bottom topography in the Indian Ocean 73

Measurements on the intensity of submarine daylight in the north-west Pacific and the Indian Ocean 83

Deep Scattering Layer exists in the Indian Ocean 93

インド洋における鮪漁業試験と漁獲物の生物学的調査

TUNA LONG-LINE FISHING IN THE INDIAN OCEAN AND BIOLOGICAL RESEARCH ON THE CATCHES

1 インド洋における鮪漁業試験

Tuna Long-line Fishing in the Central Indian Ocean.

Kenji KANDA, Keijiro OZAWA, Hiroshi SUZUKI, Yûjiro SAOTOME.

Abstract

We tried two long-line fishing of tuna in the central Indian Ocean, the first was carried out 4 times in Dec. 1956 on the way to Cape Town and the second 3 times in March 1957 from Cape Town to Colombo.

These fishing grounds and details are shown in figure 1 and table 1.

Fishing gear used is shown in figure 2.

Each basket of the longline gear consisted of a mainline (*mikinawa*), 180 *ken* (about 273 meters) long, suspended by buoylines (*ukenawa*) and bearing 5 hook droppers (*edanawa*) attached at 30 *ken* (about 150 feet) intervals.

With consideration for tuna catch by relative hook depth, four kinds of longline in length—7, 10, 12 and 17 *ken* (about 35, 50, 60, and 85 feet) long—were used, and in relation to this experiment the distances between buoys were measured by radar.

Generally, longline had been arranged on the platform covering on the stern slipway and its setting was commenced at dawn and hauling begun at about 3 hours after.

Catch records at St. 1—4 and St. 5—7 are shown in table 2 and 3.

Catch by relative buoyline length at St. 1—4 is shown in table 4, and catch rates of yellow fin, albacore, black marlin, skipjack and milk shark per 100 hooks by relative buoyline length are shown in table 5.

1. 要　　約

昭和31年12月7日から10日までの4日間はマダガスカル島北部の東方洋上600浬の所にあるナザレス・バンク附近の海上に始まつて，さらに南西方のアルバトロス島およびパール島にいたる約200浬におよぶバンク周縁において，4回漁業試験がおこなわれた．さらに復航途上，すなわち昭和32年3月23日おなじくナザレス・バンクの東方100浬附近の所で1回，翌24日には同バンクの北方にあるサヤ・ド・マルハ・バンクの東側で1回，27日にはチヤゴス群島の東方180浬の海上で1回と併せて3回，前後計7回鮪延縄漁業の実習を試験を兼ねて

行つた．この操業漁場位置は第１図に示したとおりで，同図の矢印は投縄の方向である．

鮪延縄漁業を操業するにあたり，その漁獲性能を向上させるためには，魚群の游泳層を知つて，その層につり針を定留するように漁具の構造ならびに漁法を選ぶことが必要である．

この操業漁場の大部分については，従来ほとんど公表された資料がなく，魚群の游泳層など

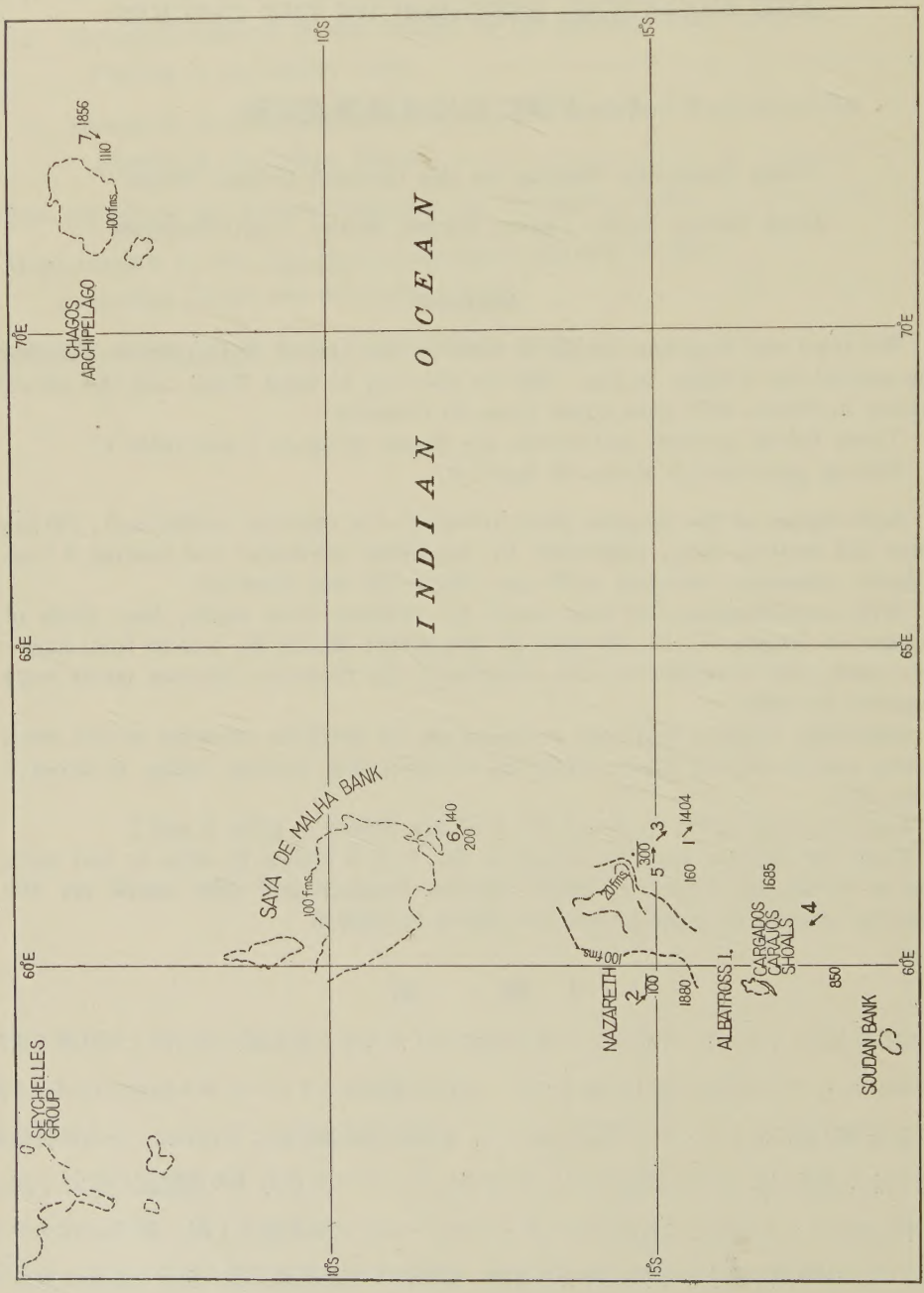


Figure 1. Locations of fishing stations, arrows indicate setting direction of long lines.

についても知られていないので，これを調査する意味も含めて，次のような方法を採用した．

すなわち，漁具の浮子縄を7，10，12，17間（10米，15米，18米，25米）とそれぞれ違つたものをもちい，これによつて“つり針”の水深層を変えることを試みた．

しかし結果的においては，漁場にある程度のひろがりがあり，操業回数もわずか7回であつたし，魚の釣獲分布の状態も予想される釣針の深度に関係なく集団的であるようで，目的とした結論を出すのには不充分であつた，さらに試験をかさねて将来に資料の拡大をはからなければならない．

漁業試験として更に海洋観測，BTによる測温，海流測定，大空光および水中の照度測定，縄廻り時にレーダーに現われるボンデンの写真撮影，魚体の各部の測定，肉眼的諸観察，放射能測定などを行い，漁業の記録にはそれぞれ操業記録，漁獲記録，漁具損耗記録をとつた．

その他，操業中には音響測深機，コースレコーダー，航跡自画器を運転し，映画撮影，スチール写真等による記録撮影を行つた．

2. 漁　　具

今回使用した鮪延縄漁具は従来普通に使われている漁具にくらべて多少差異がある．

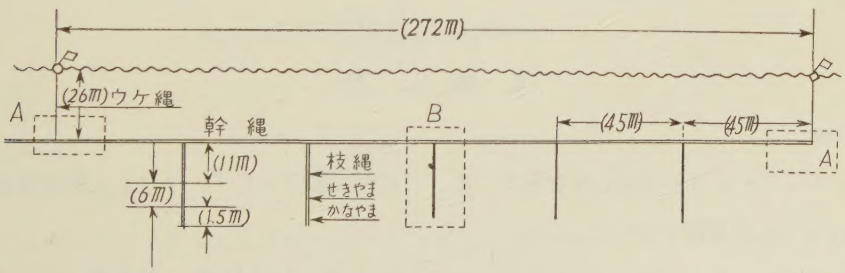
この点について述べると，第2図の漁具構成図を見てわかるように，

（1）“かなやま”の両端は，銅製スリーブをNicopressで締めつけて，スプライスに代えた．

（2）幹縄と枝縄との接続，“うけ縄”と幹縄との接続にはスイブル付スナップを使つた．

（3）“せきやま”と“かなやま”との接続部は，“かなやま”をせきまきしないで，長さ7.5糎，内径3粍のゴム管に“かなやまワイヤー”を通してスレ当てとした．

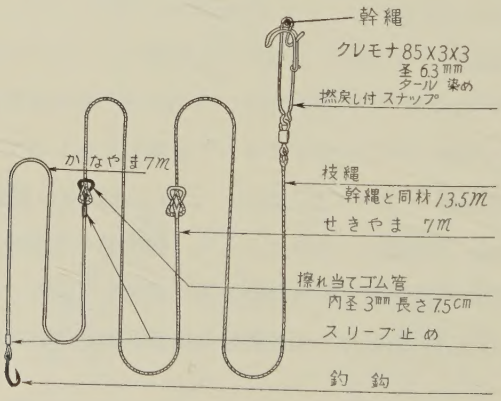
（4）おのおの一鉢の両端にスイブルを入れた．これらは従来の鮪延縄では鉢単位であつたが，180間（272米）の幹縄を一本仕立とした．鮪漁船の大型化などにともない，ドラム単位の延縄を研究する前提的な研究対象として採用して見た．また外国で鮪延縄漁業の指導などを行う場合，構成，操作ともに簡単な漁具が観迎されるであろうし，この点も



考慮されたものである.

1鉢分の材料を示すと次のごとくである.

みきなわ	クレモナ 58×3×3 径6.3粍	180 間	1本	コールタール染め
スイブル	鍍 金		2個	スイブルを通し，出来上り1.5尺にスプライスする.
連結つぼ	みきなわと同材	4尺	2本	
えだなわ付つぼ	〃	1尺	5本	長さ3寸とし，両端をシージングし，コールタール染め.
えだなわ	みきなわと同材			
スイブル付スナップ	No. AK 9		5個	一端をスイブルに通しアイスプライスする.
せきやま	3粍ワイヤーに1号綿糸せきまき	4間	5本	
かなやま	3粍7本撚り“つりもとワイヤー”	1間	5本	
ゴム管	内径3粍	7.5糎	5本	一端はゴム管を通しスリーブ止めとし，他端は“つりばり”に通し，スリーブ止めとする.
つりばり	3寸5分		5個	
スリーブ	鋼 “Nicopress” No. 18-1-C		10個	
うけなわ	みきなわと同材	17間	1本	一端はスナップのスイブルに通し，アイスプライスする.
スイブル付スナップ	No. AK 9		1個	
ぼんでん				
竹		約7尺	1本	
旗			1枚	



3. 漁　　法

投　縄

船尾スリップ・ウエイに差し板を敷きつめ，これを投縄台として，予定した投縄開始時間の15分前にすべての準備を行つた.

延縄の両端にはダルマ灯およびコーナー・レフレクターを径15粍，長8米のマニラ・ロープで結びつけ，これを2組用意した. なおコーナー・レフレクターは投縄後，縄回りの際にレ

ーダーによつて縄なりの状態を測定するのに便利であると共に，試験としてうけ縄の長さの異る鉢を用いたため，それらの鉢の識別用に，コーナー・レフレクターをその境の位置を標識するために合計4個用意した．

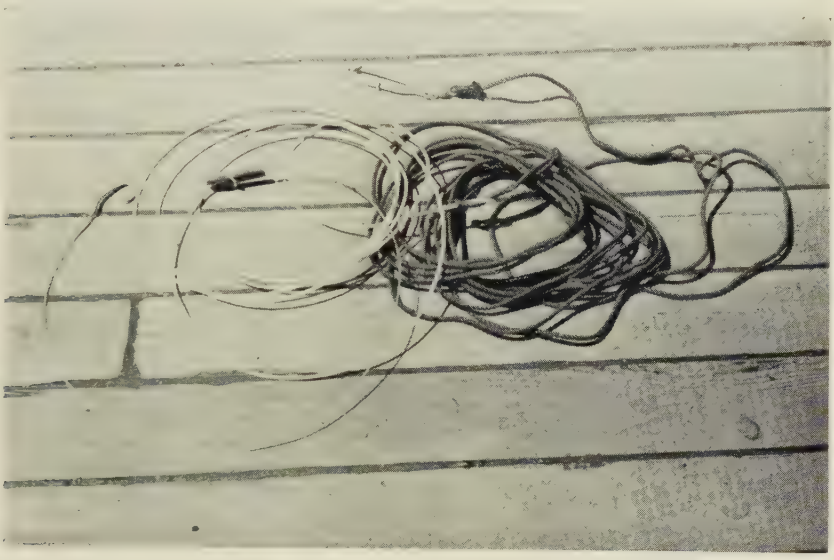


Figure 2. Dropper (*edanawa*)

次に投縄台の中央船首尾線にそつて数鉢を列べ，これらの鉢端は第2図の詳細図Aのように結合し，うけ縄がスナップで取りつけられ，左舷側に餌料のサンマ，右舷側にはボンデン竹が用意されて，[illegible]が終えると，船はトロール船橋で操従され，投縄の態勢にはいる．

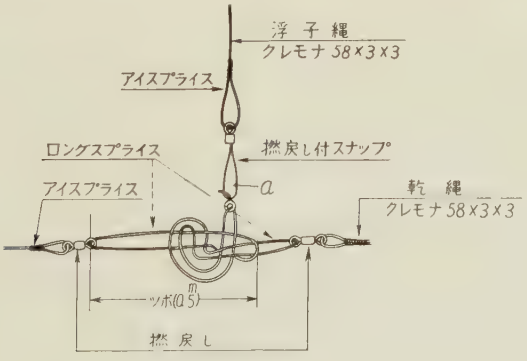


Figure 2. (A)

まづコーナー・レフレクターは風圧による圧流が大きいので，ダルマ灯（浮標灯）をドラッグとするように，風下にレフレクター，その風上にダルマ灯がくるように，当時の状況によつてこれらを投入し，つぎに第1鉢の投入がはじめられる．もちろん，つり針に餌料のサンマ

を重かけして，上縄から上出する幹縄にからからないように左舷側に投げ，“うけ縄”のボンデンは右舷方向に投入される．第3図にこのようすをかす．

Figure 3. At dawn the gear was set from stern platform.

このようにして，最後のボンデンおよびコーナー・レフレクター投入て投縄を終了する．

投入に要する時間は平均して1鉢約 50 秒である．

縄まわり

60 鉢を投縄する場合には8.0節の船速で約50分を要する．したがつて午前4時に投縄を開始すると午前4時50分に投縄をおわり，7時頃まで縄の状態を監視しながら漂泊する．午前7時頃，投縄開始位置に向け，いわゆる縄まわりに移り，縄の状態，視認およびレーダーによつて観察測定した．

この方法によつて求められたコーナー・レフレクターとボンデンの相対的位置からすると，海水中における幹縄のボンデン間の距離は幹縄の長さより短かい，この短かい割合を“タルミの割合”ということにする．

すなわち幹縄の長さを L，海中にある幹縄の両端の水平距離を L' とすれば，“タルミの割合” S は $S=\dfrac{L-L'}{L}\times 10$ となる．

約1時間後には投縄開始位置にもどり，揚縄開始時刻まで時間の余裕のある場合にはその附近で漂泊した．

揚　縄

揚縄開始時刻は午前8時30分から9時30分の間でもつたから，投縄を終了してから約3時間半ないし4時間半後である．

まづ揚縄15分前にはその準備として，船首甲板上のライン・ホーラーおよび舷側にあるサイド・ローラーの滑動部に注油のうえ試運転を行う．

予定の揚縄時刻になると，縄端のダルマ灯およびコーナー・レフレクターを船首よりやや右に見るように微速前進し，船首附近から小型の四つ爪錨によつてこれを引掛け，船上にとり揚げ，これに接続する幹縄から揚縄を始める．

鉢と鉢との連続部にスナップによつて取りつけられている浮子縄は，スナップがサイド・ローラーを通り，ライン・ホーラーにはいる手前ではずし，サイド・ローラーの後方でボンデン竹とともに船内に収納する．

鉢と鉢との連結部分はライン・ホーラーをこえてから切りはなし1鉢毎にまとめる．枝縄は漁獲のない場合は幹縄とともに取り入れ，投縄できる状態に幹縄の間にコイルして整理する．漁獲のある場合には枝縄はスナップをはずして幹縄から切りはなし，船尾上甲板右舷外の観測用プラットフォームまでもつて行き，このプラットフォーム上から漁獲物を水面附近に引きよせ，魚体に手かぎをかけ，ダビットによつて船内に取り入れる．

漁獲があつて取りはずした枝縄のところには別の枝縄を取りつけ，鉢ごとに整理し，船尾に運び，次の投縄にそなえる．

またボンデン竹，浮子縄，硝子浮子もそれぞれ船尾に運び，投縄位置に置く．

漁獲物処理

船内へ収容された漁獲物は，ただちに体重，体長，体高などが測定され，内臓は取り出されそれぞれ生物学的調査の資料となる．魚体は大型のものは三枚におろし，あるいはフイーレにされ，小型のものはラウンドのまま急速冷凍され，約8時間の後にグレースをかけて冷蔵艙に積付けられる．

4. 漁 業 結 果

今次の航海において鮪延縄漁業試験は前後 7 St. で行われたが，往航途中の4回と復航の3回とでは操業時期が異るので，前者を第1次試験，後者を第2次試験とする．

第1次試験

第1次試験の漁業期日，漁場そのほか漁業の詳細は第1表に示し，また前掲の第1図にその

Table 1. Fishing stations.

Station	1	2	3	4	5	6	7
Date	12-7-56	12-8-56	12-9-56	12-10-56	3-23-57	3-24-57	3-27-57
Latitude	15°30′S.	14°50′S.	15°20′S.	17°24′S.	14°59′S.	12°02′S.	6°25′S.
Longitude	62°05′E.	59°30′E.	62°00′E.	60°40′E.	61°45′E.	62°13′E.	73°09′E.
Number of baskets	59	60	60	60	70	70	70
Time started to set	04 40	04 44	03 04	03 50	04 25	04 13	03 18
Time taken for setting (MIN.)	61	50	59	69	70	60	64
Average setting speed	9.8′	7.9	—	8.1	6.5	8.2	8.3
Direction of setting line	130°	130	130	310	90	60	205
Time started to haul	08 04	08 43	08 45	08 35	09 22	09 10	08 45
Weather	b	b	bc	b	0	bc	b
Wind direction-force	NE 1	Calm	NNE 1	E 1	E/S 5	ESE 3	SW 1
Sea condition	1	1	1	1	4	3	1
Swell	NE/N 1	Nil	Nil	1	SE/E 3	SE/S 2	SE/S 1
Barometric height	1013.1	1012.4	1012.2	1013.0	1011.3	1009.7	1010.7
Cloud. form-area	Cu,Ci-St 2	Cu 6	Cu 1	Cu 1	A-St, St-Cu 8	A-St, Cu 5	Cu 3
Visibility	7	7	7	7	8	8	7
Air temp.	25.4	26.8	27.2	27.7	29.0	28.9	28.0
Sea temp. C°/S(‰),0m.	27.2 34.90	27.4 35.12	29.33 34.97	27.8 35.01	29.0 34.90	29.4 34.65	29.3 34.52
25m.	25.52 34.89	25.94 35.17	25.51 34.76	25.45 34.97	28.70 34.92	29.10 34.69	29.60 34.63
50m.	24.00 24.85	25.34 35.17	23.81 34.79	24.90 35.14	27.45 35.01	25.75 34.87	27.40 34.96
75m.	23.11 34.85	24.41 35.14	23.08 34.96	24.40 35.12	25.40 35.01	24.20 34.90	24.25 35.35
100m.	22.86 34·85	24.07 35.16	22.65 35.16	23.85 35.14	23.45 35.01	22.50 34.97	21.70 35.25
150m.	22.05 34.98	23.20 35.16	21.85 35.35	22.20 35.03	21.40 35.26	18.60 34.94	18.05 35.19
200m.	18.80 35.34	20.00 35.21	19.56 35.34	20.40 35.21	19.40 35.41	16.10 34.97	14.95 35.08
250m.	16.65 35.39	17.35 35.28	17.10 34.92	18.30 35.28	—	—	—
300m.	14.60 35.23	14.65 35.17	14.65 34.70	16.10 35.34	15.05 35.37	12.10 34.92	11.90 34.99

漁場を示した.

第1, 2, 3回の投縄は 130° の方向に行われ，縄まわりの後投縄方向に向け揚網した.

縄まわり中にレーダーによつて測定した縄の状態は第4図のごとくで，縄の端と端との垂直距離と各鉢の両端のボンデン間の間隔の総和した長さとには多少の相違がある.

漁獲成績は第2表の第1次試験漁獲成績表のごとくで，これによつて見ると St. 1 が最もよく，St. 3, 4回がこれに近く，St. 2 は最もわるい.

漁場から見ると成績はナザレス・バンクの東側の場合がいづれもよく，わるい St. 2 は西側

であつた.

St.	投縄時における水平直距離		レーダーによるボンデン間隔の総和	
	距離 (浬)	タルミ (S)	距離 (浬)	タルミ (S)
1	6.50	2.4	6.35	2.6
2	5.80	3.4	6.50	2.6
3	6.60	2.5	7.45	1.4
4	6.90	2.1	6.95	2.1

但し，タルミは $S = \dfrac{L - L'}{L} \times 10$ による数値

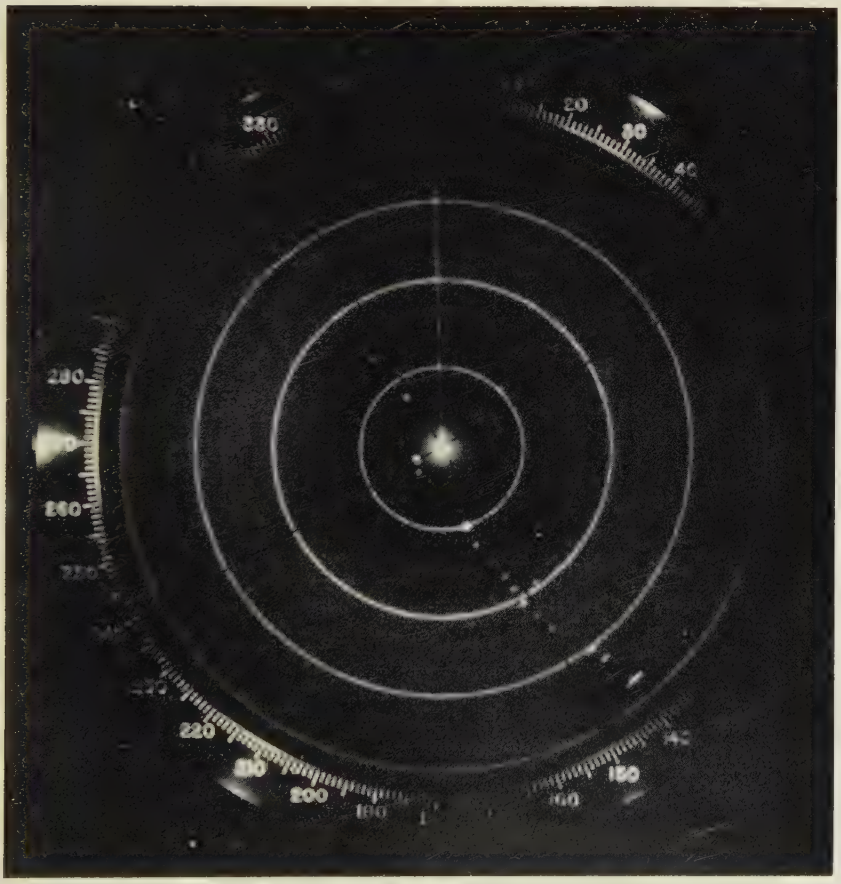


Figure 4. Longline's spots appeared on the radar scope 2 miles in range.

Table 2. Catch record at St. 1–4, in Dec. 1956 showing by relative buoyline length.

Station	1				2				3				4				Sum
L. of buoy-line K(m)	17	7	12	Total	7	10	12	Total	7	10	12	Total	7	10	12	Total	
Speices / No. of basket	20	19	20	59	20	15	25	60	27	13	20	60	27	13	20	60	239
	(25)	(10)	(18)		(10)	(15)	(18)		(10)	(15)	(18)		(10)	(15)	(18)		
Yellow fin	1	8	3	12		1	1	2	2	1		3	2		5	7	24
Albacore	2		1	3					5		1	6		1		1	10
Bigeye																	0
Spearfish		1		1													1
Black marlin		1	1	2					3	1	1	5			2	2	9
Sail fish													1			1	1
Skipjack					1			1					1	1	3	5	6
Dorphin																	2
Spanish mackerel	1			1							1						2
Blue pointer	1			1		1		1			1			1		1	4
Salmon shark									1			1					1
Milk shark					2			2	2			2			1	1	5
*Lancet fish	3	1		4					3			3					10
Total	5	10	5	20	3	2	1	6	13	2	4	19	4	3	13	20	65
Rates catch per 100 hooks	5.0	10.5	5.0	6.8	3.0	2.7	0.8	2.0	9.6	3.1	4.0	6.3	3.0	4.6	13.0	6.7	5.4
Remarks	* Lancet fish exclude from amount. K…ken, m…meter																

第2次 試 験

第2次試験の漁業期日その他については第1表に示し，漁場図も第1次の場合と共に第2図に記入してある．

漁具は第1次のものと同じものであるが，鉢数を10鉢増して70鉢とし，うけ縄の長さは30鉢を17間 (25米)，20鉢を12間 (18米)，20鉢を7間 (10米) とした．

今次試験では縄廻りは投縄終了位置から，開始位置に帰る1方向のみで，投縄方向と同方向に揚縄を行つた．

第2次の漁獲成績表は第3表にこれを示した．

5. 試験結果の検討

第1次試験において見ると，“うけ縄”の長さに差異があれば，おのずから“みき縄”，また釣鉤の深度に差異があるわけで，“うけ縄”の長さが漁獲のうえに何らかの影響を与えているの

Table 3. Catch record at St. 5–7 in March 1957 showing by relative buoyline length.

Station	5				6				7				Sum
L. of buoy-line K(m)	17 (25)	7 (10)	12 (18)	Total	17 (25)	7 (10)	12 (18)	Total	12 (18)	7 (10)	17 (25)	Total	
Speices \ No. of basket	30	20	20	70	30	20	20	70	20	19	31	70	210
Yellowfin	4	2		6	5	2	3	10		4	6	10	26
Albacore	5	1		6	3			3			2	2	11
Bigeye									4	2	2	8	8
Spearfish	2			2			1	1					3
Black marlin		2		2	3		1	4		1	1	2	8
Sail fish													0
Skipjack													0
Dolphin		1		1					1			1	2
Spanish mackerel	1	1		2		1		1					3
Blue pointer													0
Salmon shark													0
Milk shark		1		1					3	2	3	8	9
Lancet fish	3		2	5		3	3	6					11
Total	12	8	0	20	11	3	5	19	8	9	14	31	70
Catch per 100 hooks	8.0	8.0	0	5.7	7.3	3.0	5.0	5.4	8.0	9.5	9.0	8.9	6.6
Remarks	* Lancet fish exclude from amount. K…ken, m…meter												

Table 4. Catch by relative buoyline length.

Buoy line length		Station 1	2	3	4	Tatal	Catch per 100 hooks
7 K. (10m)	No. of Basket	19	20	27	27	93	6.5
	No. of catch	10	3	13	4	30	
10 K. (15m)	No. of Basket		15	13	13	41	3.4
	No. of catch		2	2	3	7	
12 K. (18m)	No. of Basket	20	25	20	20	85	5.2
	No. of catch	5	1	4	12	22	
17 K. (25m)	No. of Basket	20				20	5.2
	No. of catch	5				5	

K. "Ken"; 1 K. is about 5 feet.

ではないかと考えて，"うけ縄" の長さ別に釣獲率を求めて見ると第4表のごとくになる．

この結果から見ると，うけ縄の長さ7間 (10米) のものが最もよく，12間 (18米)，17間(25米) がこれに次ぎ，10間 (15米) のものが最も悪い．

次に比較的漁獲量が多く，主要対象魚であるキハダマグロ，ビンナガ，クロカワ，カツオについて釣獲率を集計すると第5表を求め得られるが，これによつては釣獲率と "うけ縄" の長

Table 5. Catch rates of five speices by relative buoyline length.

Speices	No. of fish caught per 100 hooks			
	Length of buoy line			
	7 K. (13m)	10 K.(16m)	12 K.(18m)	17 K.(25m)
Yellow fin	2.6	0.98	2.1	1.0
Albacore	1.1	0.49	0.47	2.0
Black Marlin	0.86	0.49	0.94	....
Skipjack	0.43	0.49	0.71	....
Milk Shark	0.86	....	0.24	....

Table 6. Measurements of buoy interval and theoretical hook depth

Station	Setting distance in miles		Length of buoy line	Theoretical hook depth in meters		
	End to end	Sum of d.	in ken (in m)	Shallow	Intermediate	Deep
1	6.50	—	$7_{(10)}$	63	94	107
			$12_{(18)}$	71	102	115
			$17_{(25)}$	78	109	122
2	5.80	6.50	$7_{(10)}$	63	94	107
			$10_{(15)}$	68	99	112
			$12_{(18)}$	71	102	115
3	6.60	7.45	$7_{(10)}$	56	76	87
			$10_{(15)}$	61	81	92
			$12_{(18)}$	64	84	95
4	6.90	6.95	$7_{(10)}$	61	88	99
			$10_{(15)}$	66	93	104
			$12_{(18)}$	69	96	107

The theoretical fishing depth is fixed by the buoy interval, since the line should hang in a catenary.

Setting distance was measured by radar, from one end to the other covered over the surface. Sum of d. is a total interval distances between buoys setting in the sea, that was also measured on each by radar.

さについての相関は無さそうである.

また幹縄が水平に静止の状態で水中に置かれたものと仮定すると，水面からつり鉤までの深さは“うけ縄” 7 (10米), 10 (15米), 12 (18米) および 17間 (25米) のものについて，それぞれ 19.5 間 (29米), 22.5 間 (34米), 24.5 間 (37米) および 29.5 間 (44米) となる. しかし海中にある延縄は前述のように14ないし26％のタルミがあり，カテナリー曲線を画き，さらに流れの差異によつて三次元に偏位しているので，計算からは第6表のような深度表を求め得るが，実際の深度の推定は困難である.

それに魚群の釣獲状態を観察すると，平均的ではなく集約的であるので，魚群の游泳層を推定するには，“つりばり”深度の確認とともに，資料の累積を計る必要がある.

神田　献二・小沢敬次郎・鈴 木　裕・五月女雄二郎

§ 2 第一次鮪延繩漁獲物の生物学的調査

Biological Research on the Catches by the Primary Tuna Long-line Fishing in the Indian Ocean

Jirō Senō

Abstract

1) In 1956, the primary tuna long-line fishing in the Indian Ocean was carried out 4 times, at 4 stations, from December 7 (station 10) to Dec. 10 (st. 13).

2) The species of the catch are as follows:

(1) *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), (2) *Neothunnus albacora* (Lowe), (3) *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder), (4) *M. nigra* (Nakamura), (5) *Histiophorus orientalis* (Temminck et Schlegel), (6) *Lamna* sp. (7) *Isurus glaucus* (Müller et Henle), (8) *Scoliodon walbeehmi* (Bleeker), (9) shark (name remains unknown), (10) *Katsuwonus pelamis* (L.), (11) *Scomberomorus commersoni* (Lacépède), (12) *Coryphaena hippurus* L.

3) The haul reaches 59 individuals and 2,697.0 kg, in total. Tuna-barred marlin group amounts to 39 individuals and 1,911.5 kg., shark group 10 individuals and 683.0 kg., and the 3rd group, skipjack and others, 10 individuals and 102.5 kg., respectively (Table 13).

4) The degree of sexual maturity of these fishes were examined. The condition of the gonads was classified as follows: immature, ripening (somewhat advanced stages), ripe (advanced stages) and spawning. Among *Thunnus alalunga* no male was found. Among females of this species 1 was judged to be immature, and 1 was classified as ripe. Among males of *Neothunnus albacora* each out of 3 individuals was considered to be immature, ripening and ripe, and among females 2 individuals were considered to be immature or ripening each other and one was classified to be ripe. Among *nigra* 3 were judged to be immature, 1 was classified as ripening and on female 1 was considered to be immature. One female of *Histiophorus orientalis* was judged to be ripening, on 1 male of *Katsuwonus pelamis* the condition of the gonads was remained unknown and in female of that species each 1 was considered to be immature or ripening and 1 male of *Scomberomorus commersoni* was regarded as ripening stage. As for a total of 20 individuals of above-mentioned species, 9 were considered to be immature, 7 to be ripening, 3 to be ripe and 1 remained unknown. During this period no fish was classified as spawning or spawned out (Table 15).

5) The results of the examination on the stomach-contents of the catches are as follows:

In the case of *Thunnus alalunga* there were 2 small lenses, jaw of decapod

and a small part of fish trunk muscle. It has been shown *Lepidoticae* sp., *Decapterus* sp., *Nealotus tripes*, *Acinacea notha*, *Xiphasia* sp., *Tetrosomus* sp., *Tetraodontidae* sp., *Pervagor* sp., *Bentenia aesticola*, devil-fish, cuttle-fish, small squill and *Salpa* from the 8 cases of *Neothunnus albacora*. The record of *Lactoria* sp. from one case of *Makaira mitsukurii* was given. There were *Alepisaurus borealis*, *Gonostomatidae* sp., *Bentenia aesticola*, fish scales, fragments of fish muscle and 3 mantles of cuttle-fish in the case of *Makaira nigra*. *Alepisaurus borealis*, *Bentenia aesticola*, *Tetraodontidae* sp., *Xiphasia* sp., *Lepidoticae* sp., and 9 mantles of cuttle-fish etc. were found in the stomachs of *Histiophorus orientalis* (Table 16).

1. 要　　約

1) 第一次インド洋鮪延縄漁業は，1956 年 12 月 7 日 (Station 10) より同年 12 月 10 日 (St. 13) 迄 4 日間，4 st. で実施された．

2) 漁獲魚種は次の 12 種である．

(1) ビンナガ: *Thunnus alalunga* (Bonnaterre)

(2) キハダ: *Neothunnus albacora* (Lowe)

(3) マカジキ: *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder)

(4) クロカジキ (クロカワ): *M. nigra* (Nakamura)

(5) バショウカジキ: *Histiophorus orientalis* (Temminck et Schlegel)

(6) ネズミザメの近縁種: *Lamna* sp.

(7) アオザメ: *Isurus glaucus* (Müller et Henle)

(8) ヒラガシラ: *Scoliodon walbeehmi* (Bleeker)

(9) サメ: 種名不明

(10) カツオ: *Katsuwonus pelamis* (Linné)

(11) ヨコジマザワラ: *Scomberomorus commersoni* (Lacépède)

(12) シイラ: *Coryphaena hippurus* Linné

3) 水揚高はマグロ，カジキの類が 39 個体，1,911.5 kg，サメ類が 10 個体，683.0 kg，カツオその他の魚種が 10 個体，102.5 kg，計 59 個体，2,697.0 kg である (Table 13).

4) 生殖腺に関する調査は，ビンナガ 2，キハダ 8，クロカジキ 5，バショウカジキ 1，カツオ 3，ヨコジマザワラ 1 個体に就いて為された．ビンナガには♂がなく，♀では相当成熟，未成熟が各々 1，キハダの♂では相当成熟，稍成熟，未成熟が各々 1，同♀では相当成熟 1，稍成熟，未成熟が各々 2，クロカジキの♂では稍成熟 1，未成熟 3，同♀では未成熟 1，バ

シヨウカジキは♀で稍成熟，カツオの♂では成熟度不詳1，♀は稍成熟，未成熟各々1，ヨコジマザワラは♂で稍成熟の状態を示した．雌雄合算で，未成熟9，稍成熟7，相当成熟3，成熟度不詳1，の結果である (Table 14 & 15).

5) 胃内容物調査の結果，ビンナガでは魚の肉塊・小眼球・イカの上下顎，キハダではシマガツオ（エチオピア）に近似のシマガツオ上科の1種・ムロアジ属の1種・フウライカマス・クロタチカマス・ウナギギンポ属の1種・ラクダハコフグ属の1種・フグ科の1種・ニシキカワハギ属の1種とベンテンウオの9魚種並に8例にイカ，4例にタコ，5例にシヤコ，又2例にサルパが認められた．マカジキでは，ウミスズメその他寄生虫，クロカジキでは，ミズウオ・ベンテンウオ・ヨコエソ科の1種・ハコフグ類の鱗等の外，1例にはイカが見出された．バショウカジキではミズウオ・ベンテンウオ・フグ科の1種・ウナギギンポ属の1種・シマガツオ上科の1種の外，イカ並に寄生円虫類が存在した (Table 16).

2. Station 別の調査

St. "I"–10, Date: 12–7, 1956.

a. 漁獲表 Table 5 に纏められる．

Table 5. Catch at St. "I"–10.

Landing order	Binomina of fishes	Body length cm	Body weight kg	Remarks
4	*Thunnus alalunga*	96	23	
7	〃	93	23	
18	〃	98	28	
1	*Neothunnus albacora*	127	49	
2	〃	135	49	
3	〃	146	78	
6	〃	140	62	●
8	〃	126	48	
10	〃	100	32	
11	〃	125	44	
12	〃	110	37	
13	〃	115	32	
14	〃	110	32	
9	*Makaira mitsukurii*	205	74	Stomach-contents were examined
5	*M. nigra*	183	65.5	
7	〃	180	74	
16	*Isurus glaucus* *	—	60	this is presumed weight
15	*Scomberomorus commersoni*	130	16	

●: dead fish on landing, * Ectoparasites on the dermis have been classified as *Pandarus* sp. (Fam. Pandaridae) by Mr. R. Kuwabara in our university.

この外にミヅウオ2個体（体長 115 cm, 60 cm）の水揚げがあつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 6）

St. "I"–10 では，マグロ，カジキの第1群が計16尾，750.5 kg，サメ類の第2群が1尾，60 kg（之は推定重量），其の他の魚種を包含する第3群が1尾，16 kg で合計18尾 826.5 kg の水揚高であつた.

Table 6 Maximum, minimum and mean values of measurements* together with specific, group and sum totals at St. "I"-10.

Group	Binomina of fishes	Body length (cm) min.	max.	Mean value (cm)	Body weight (kg) min.	max.	Mean value (kg)	Haul (kg) Total of nos.	Specific total	Group total
Gr. 1	*Thunnus a.*	93～98		95.7	23～28		24.7	3	74.0	
	Neothunnus a.	100～146		123.4	32～78		46.3	10	463.0	(16尾)
	Makaira m.	——		205.0	——		74.0	1	74.0	750.5
	M. nigra	180～183		181.5	65.5～74		69.75	2	139.5	
Gr. 2	*Isurus g.*	——		——	——		60.0	1	60.0	60.0
Gr. 3	*Scombero-morus c.*	——		130.0	——		16.0	1	16.0	16.0
Sum total								18		826.5

* cf. Table 5.

St. "I"–11, Date: 12–8, 1956.

a. 漁獲表 Table 7 に纏められる.

Table 7 Catch at St. "I"–11.

Landing order	Binomina of fishes	Body length (cm)	Body depth (cm)	Head length (cm)	Body weight (kg)	Remarks
1	*Neothunnus a.*	134	36	30	57	○ attacked by sharks
2	〃	130	35	35	55	●
3	*Isurus g.*	190	35	48	67	○
5	*Scoliodon w.*	145	30	37	60*	○
6	〃	140	25	30	60*	○
4	*Katsuwonus p.*	85	20	20	8*	● attacked by sharks

*: presumed weight, ○: living fish.

この外に体長 85 cm のミズウオ1尾が延縄にかかつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 8）

Table 8. Maximum, minimum and mean values of measurements[△] together with specific, group and sum totals at St. "I"–11.

Group	Binomina of fishes	Body l. (cm) min. max.	Mean val. (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean val. (cm)	Head l. (cm) min. max.	Mean val. (cm)	Body wt. (kg) min. max.	Mean val. (kg)	Haul (kg) Total	Spec. t.**	Gr. t.
1	*Neothunnus a.*	130~134	132	35~36	35.5	30~35	32.5	55~57	56	2	112	112
2	*Isurus g.*		190		35.0		48.0		67	1	67	
	Scoliodon w.	140~145	142.5	25~30	27.5	30~37	33.5	60*~60*	60*	2	120	187
3	*Katsuwonus p.*		85		20.0		20.0		8*	1	8	8
Sum total										6		307

△: cf. Table 7. *: presumed weight, t.**: total.

St. "I"–11 の水揚げは少く，第1群が2尾 112 kg，第2群が3尾 187 kg（推定重量も含む），第3群が1尾 8 kg，で合計6尾 307 kg に過ぎなかつた．

St. "I"–12. Date: 12-9, 1956.

a. 漁獲表　結果を纏めて Table 9 とする．

Table 9. Catch at St. "I"–12.

Landing order	Binomina of fishes	Body l. (cm)	Depth (cm)	Head l. (cm)	Body wt. (kg)	Remarks
1	*Thunnus a.*	93	27	29	22	● #
6	〃	90	28	30	22	●
8	〃	—	—	—	—	● attacked by sharks
9	〃	99	30	30	24	●
10	〃	90	30	30	23	●
14	〃	95	27	25	26	○
5	*Neothunnus a.*	148	45	40	74	○ # attacked by sharks, no abdomen.
12	〃	130	40	30	56	○ # merely stomach-contents were examined.
4	*Makaira nig.*	233	45	59	105	○ # attacked by sharks, no abdomen.
13	〃	184	35	36	72	● #
15	〃	190	36	50	90	○ #
16	〃	190	38	40	71	○ #
11	*Lamna* sp.	130	35	35	40	○
2	*Isurus g.*	230	64	70	120	○
7	*Scoliodon w.*	160	40	50	68	○
17	shark	130	30	40	54	○ name remains unknown
3	*Scombero-morus c.*	112	18	28	11	● #

#: gonad and stomach-contents were examined.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 10）

この外にミヅウオ2個体（体長 115 cm, 60 cm）の水揚げがあつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 6）

St. "I"–10 では，マグロ，カジキの第1群が計16尾，750.5 kg，サメ類の第2群が1尾，60 kg（之は推定重量），其の他の魚種を包含する第3群が1尾，16 kg で合計18尾 826.5 kg の水揚高であつた.

Table 6 Maximum, minimum and mean values of measurements* together with specific, group and sum totals at St. "I"-10.

Group	Binomina of fishes	Body length (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body weight (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul (kg) Total of nos.	Specific total	Group total
Gr. 1	*Thunnus a.*	93～98	95.7	23～28	24.7	3	74.0	
	Neothunnus a.	100～146	123.4	32～78	46.3	10	463.0	(16尾)
	Makaira m.	——	205.0	——	74.0	1	74.0	750.5
	M. nigra	180～183	181.5	65.5～74	69.75	2	139.5	
Gr. 2	*Isurus g.*	——	——	——	60.0	1	60.0	60.0
Gr. 3	*Scombero-morus c.*	——	130.0	——	16.0	1	16.0	16.0
Sum total						18		826.5

* cf. Table 5.

St. "I"–11, Date: 12–8, 1956.

a. 漁獲表 Table 7 に纏められる.

Table 7 Catch at St. "I"–11.

Landing order	Binomina of fishes	Body length (cm)	Body depth (cm)	Head length (cm)	Body weight (kg)	Remarks
1	*Neothunnus a.*	134	36	30	57	○ attacked by sharks
2	〃	130	35	35	55	●
3	*Isurus g.*	190	35	48	67	○
5	*Scoliodon w.*	145	30	37	60*	○
6	〃	140	25	30	60*	○
4	*Katsuwonus p.*	85	20	20	8*	● attacked by sharks

*: presumed weight, ○: living fish.

この外に体長 85 cm のミズウオ1尾が延縄にかかつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 8）

St. "I"-12 では第1群計12尾 585 kg, 第2群4尾 282 kg, 第3群1尾 11 kg, 合計 17尾 878 kg, の水揚高であつた.

St. "I"-13, Date: 12-10, 1956.

a. 漁獲表 結果を纏めて Table 11 とする.

Table 11 Catch at St. "I"-13.

Landing order	Binomina of fishes	Body l. (cm)	Depth (cm)	Head l. (cm)	Body wt. (kg)	Remarks
5	*Thunnus alalunga*	60	25	30	22	○ #
1	*Neothunnus a.*	135	35	30	52	○ #
12	〃	148	42	40	76	● #
15	〃	135	40	35	47	○ #
16	〃	—	—	—	—	● attacked by sharks, the remains: only head.
17	〃	130	35	30	48	● #
6	*Makaira nigra*	210	43	55	95	○
9	〃	168	—	45	70*	○→● attacked by sharks.
3	*Histiophorus o.*	220	34	50	54	● #
4	*Isurus glaucus*	225	40	60	100	●
13	*Scoliodon w.*	150	35	50	54	○
2	*Katsuwonus p.*	70	17	23	8	●
7	〃	70	18	25	10	●
8	〃	—	—	—	8*	● attacked by sharks, the remains : 1/2
10	〃	65	18	20	8	●
11	*Coryphaena h.*	100	20	20	8.5	○
14	〃	104	23	24	8.5	○
18	〃	110	25	24	16.5	○ fished up with a hand hook.

* : Presumed weight. (p. 57 冒頭へ続く).

Table 12 Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"-13.

Group	Binomina of fishes	Body l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean value (cm)	Head l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body wt. min. max.	Mean value (kg)	Haul Total	Specific total (kg)	Group total (kg)
Gr. 1	*Thunnus a.*		60		25		30		22	1	22	
	Neothunnus a.	130~148	137	35~42	38	30~40	33.8	47~76	55.8	5	223	
	Makaira nig.	168~210	189		43	45~55	50	70~95	82.5	2	165	(9尾)
	Histiophorus o.		220		34		50		54	1	54	464
Gr. 2	*Isurus g.*		225		40		60		100	1	100	(2尾)
	Scoliodon w.		150		35		50		54	1	54	154
Gr. 3	*Katsuwonus p.*	65~ 70	68.3	17~18	17.7	20~25	22.7	8~10	8.5	4	34	(7尾)
	Coryphaena h.	100~110	104.7	20~25	22.7	20~24	22.7	8.5~11.5	11.2	3	33.5	67.5
Sum total										18		685.5

この外にミヅウオ2個体（体長 115 cm, 60 cm）の水揚げがあつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 6）

St. "I"–10 では，マグロ，カジキの第1群が計16尾，750.5 kg，サメ類の第2群が1尾，60 kg（之は推定重量），其の他の魚種を包含する第3群が1尾，16 kg で合計18尾 826.5 kg の水揚高であつた.

Table 6 Maximum, minimum and mean values of measurements* together with specific, group and sum totals at St. "I"-10.

Group	Binomina of fishes	Body length (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body weight (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul (kg) Total of nos.	Specific total	Group total
Gr. 1	*Thunnus a.*	93～98	95.7	23～28	24.7	3	74.0	
	Neothunnus a.	100～146	123.4	32～78	46.3	10	463.0	(16尾)
	Makaira m.	——	205.0	——	74.0	1	74.0	750.5
	M. nigra	180～183	181.5	65.5～74	69.75	2	139.5	
Gr. 2	*Isurus g.*	——	——	——	60.0	1	60.0	60.0
Gr. 3	*Scombero-morus c.*	——	130.0	——	16.0	1	16.0	16.0
Sum total						18		826.5

* cf. Table 5.

St. "I"–11, Date: 12–8, 1956.

a. 漁獲表 Table 7 に纏められる.

Table 7 Catch at St. "I"–11.

Landing order	Binomina of fishes	Body length (cm)	Body depth (cm)	Head length (cm)	Body weight (kg)	Remarks
1	*Neothunnus a.*	134	36	30	57	○ attacked by sharks
2	〃	130	35	35	55	●
3	*Isurus g.*	190	35	48	67	○
5	*Scoliodon w.*	145	30	37	60*	○
6	〃	140	25	30	60*	○
4	*Katsuwonus p.*	85	20	20	8*	● attacked by sharks

*: presumed weight, ○: living fish.

この外に体長 85 cm のミズウオ1尾が延縄にかかつた.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高（Table 8）

尾の水揚げである．又逆にビンナガの6尾獲れた St. 12 ではキハダは2尾に止つている．以

Table 14 The gonadal condition of the catch

Date ('56)	Landing order	Binomina of fishes	Fish Body Length (mm)	Fish Body Wt (kg)	Gonad L. (mm)	Gonad Br. (mm)	Sex	Degree of Maturity	Remarks
12-9	1	*Thunnus alalunga*	930	22	235+α* 160+α	50 35	♀	immature	eggs of irregular form: numerous than those of regular form
12-10	5	〃	600	22	224+α 200+α	41 35	〃	ripe	eggs of regular form: numerous, isolation: possible
12-8	2	*Neothunnus albacora*	1,340	57	245	30	〃	immature	only immature eggs
〃	3	〃	1,300	55	256 240	27 25	〃	〃	〃
12-9	5	〃	1,480	74	830 800	53 53	〃	ripening	eggs of regular form: a few
12-10	1	〃	1,350	52	286 254+α	27 26	♂	〃	active sperm: observable
〃	12	〃	1,480	76	272	42.5	〃	immature	sperm: not so vivid
〃	15	〃	1,350	47	210 194	34 31	♀	ripening	egg diameter: large, eggs of irregular form: numerous
〃	16	〃	—[1]	—[1]	337 323	55 50.5	〃	ripe	egg diameter: large, eggs of regular form: in fairly large quantity, isolation: possible
〃	17	〃	1,300	48	—[2]	—[2]	♂	〃	milky, sperm: moderately active
12-9	4	*Makaira nigra*	2,330	105	220 195	37 33	♀	immature	gonad: solid, egg diameter: small
〃	13	〃	1,840	72	453+α	63	♂	〃	not milky
〃	15	〃	1,900	90	492 474	66 49	〃	〃	〃
〃	16	〃	1,900	71	440 435	54 41	〃	〃	sperm: inactive
12-10	6	〃	2,100	95	592 500	65 52	〃	ripening	milky, sperm: slightly vivid
〃	3	*Histiophorus orientalis*	2,200	54	340+α 285+α	27 33	♀	〃	egg diameter: variant
12-8	5	*Katsuwonus pelamis*	850	8**	128+α	40.5	〃	immature	somewhat mature eggs: in a small quantity
12-10	2	〃	700	8	204 186	46 37	♂	——	degree of maturity: remains unknown
〃	7	〃	700	10	224 176	37 35	♀	ripening	egg diameter: variant, eggs of regular form: fairly numerous
12-9	3	*Scomberomorus c.*	1,120	11	215 210+α	18.5 19	♂	〃	fairly milky

* α: damaged portion, [1] remains unknown: owing to attack of sharks.
[2] examined part: too small, **: presumed weight.

Table 10. Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"-12.

Group	Binomina of fishes	Body length (cm) min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean value (cm)	Head length (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body weight (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul (kg) Total of nos.	Spec. totol	Group total
Gr. 1	*Thunnus alalunga*	90~99	93.4	27~30	28.4	25~30	28.8	22~26	23.4	6	117	(12尾)
	Neothunnus albacora	130~148	139.0	40~45	42.5	30~40	35.0	56~74	65.0	2	130	585
	Makaira nigra	184~233	199.3	35~45	38.5	36~59	46.3	71~105	84.5	4	338	
Gr. 2	*Lamna* sp.		130.0		35.0		35.0		40.0	1	40	
	Isurus glaucus		230.0		64.0		70.0		120.0	1	120	(4尾)
	Scoliodon walbeehmi		160.0		40.0		50.0		68.0	1	68	282
	shark		130.0		30.0		40.0		54.0	1	54	
Gr. 3	*Scomberomorus c.*		112		18		28		11	1	11	11
Sum total										17		878

Table 16 往航時に於ける鮪類の胃内容物: Stomach-contents of tuna in the going voyage.

Binomina of the catch	Stomach contents No.	Pisces	Mollusca cuttle-fish	Mollusca devil-fish	Arthropoda squill	Prochordata *Salpa*	Date 1956	Remarks
Thunnus alalunga	1		—	—	—		XII. 9	stomach contents: almost scanty, small eye-lenses: 2
〃	5	only fragments of muscle	jaws 1		△ (one sp. of Macrura)		XII. 10	
Neothunnus albacora	2	シマガツオ上科の1種[1]: *Lepidoticae* sp. (young ?)	1[2]	—	—		XII. 8	[1]: シマガツオ（エチオピア）に近似.
〃	3	ムロアジ属の1種: *Decapterus* sp., *Lepidoticae* sp.[3]	10[4]	1[5]	10[6]		〃	[2]: length of chitinous shell: 200mm, its breadth: 17 mm.
〃	5	*Lepidoticae* sp. etc.*	5[7]	—	1[8]		XII. 9	[3]: only head
〃	12	*Decapterus* sp. ?	11[9]	—	3[10]	1	〃	[4]: mantle length: 53～85 mm
〃	1	フウライカマス: *Nealotus tripes*, *Lepidoticae* sp. etc.	4[11]	1	—		XII. 10	[5]: 56.5 mm.
〃	12**	クロタチカマス: *Acinacea notha*	11[12]	—	1[13]		〃	* identification: impossible, because of advanced digestion.
		ウナギギンポ属の1種: *Xiphasia* sp.						[6]: body length: 28～32 mm.
		ラクダハコフグ属の1種: *Tetrosomus* sp.***						[7]: 37.5+α～88.5mm.
		Lepidoticae sp.						[8]: 31 mm, [9]: 42～126 mm.
〃	16	フグ科の1種: *Tetraodontidae* sp.	5[14]	1[15]	10		〃	[10]: 29～33 mm.
		ニシキカワハギ属の1種: *Pervagor* sp.						[11]: 49～89.5 mm.
		Xiphasia sp.						** dimensions of stomach, *l*: 364mm, br. 89.5 mm.
〃	17	ベンテンウオ: *Bentenia aesticola*, *Tetraodontidae* sp., *Lepidoticae* sp.	13[16]	1[17]	—	1	〃	[12]: 36.5～113 mm.
								[13]: 23 mm.
								[14]: 47～75 mm.
								[15]: 45 mm.
								[16]: 55.5～88.5 mm.
								[17]: 10 mm.
Makaira mitsukurii		ウミスズメ: *Lactoria* sp. etc.					XII. 7	parasite: numerous
M. nigra	4	scales of Ostraciontina and a small quantity of muscle fragments	3[18]	—			XII. 9	parasite: 1
〃	13	when gastric juice was diluted, fish scales were found.					〃	[18]: 55～101 mm.
〃	15	ミヅウオ: *Alepisaurus borealis*						
	+	ヨコエソ科の1種: *Gonostomatidae* sp.						
〃	16	*Bentenia aesticola*, etc.						
Histiophorus o.	3	*Alepisaurus borealis*, *Bentenia aesticola*, *Tetraodontidae* sp., *Xiphasia* sp., *Lepidoticae* sp., etc.	9[19]				XII. 10	[19]: 49.0～113.5 mm parasite: Nematoda

△: only a small part of body, ***=*Rhinesomus* sp., ハコフグ近似の属.

Table 10. Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"-12.

Group	Binomina of fishes	Body length min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean value (cm)	Head length (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body weight (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul (kg) Total of nos.	Haul (kg) Spec. totol	Haul (kg) Group total
Gr. 1	*Thunnus alalunga*	90~99	93.4	27~30	28.4	25~30	28.8	22~26	23.4	6	117	(12尾)
	Neothunnus albacora	130~148	139.0	40~45	42.5	30~40	35.0	56~74	65.0	2	130	585
	Makaira nigra	184~233	199.3	35~45	38.5	36~59	46.3	71~105	84.5	4	338	
Gr. 2	*Lamna* sp.		130.0		35.0		35.0		40.0	1	40	
	Isurus glaucus		230.0		64.0		70.0		120.0	1	120	(4尾)
	Scoliodon walbeehmi		160.0		40.0		50.0		68.0	1	68	282
	shark		130.0		30.0		40.0		54.0	1	54	
Gr. 3	*Scomberomorus c.*		112		18		28		11	1	11	11
Sum total										17		878

3 第二次鮪延縄漁獲物の生物学的調査

Biological Research on the Catches by the Secondary Tuna Long-line Fishing in the Indian Ocean

Jirō Senō

Abstract

1) In 1957, the secondary tuna long-line fishery in the Indian Ocean was carried out three times, on March 23, 24 and 27, at three stations (St. 21～St. 23).

2) The species of the catch are as follows: (1) *Thunnus alalunga* (Bonnaterre), (2) *Parathunnus obesus* (Lowe), (3) *Neothunnus albacora* (Lowe), (4) *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder), (5) *M. nigra* (Nakamura), (6) *Scoliodon walbeehmi* (Bleeker), (7) *Scomberomorus commersoni* (Lacépède), (8) *S. leopardus* (Shaw) ? (9) *Coryphaena hippurus* L.

3) The haul reaches 64 individuals and 2,438.375 kg. in total. Tuna-barred marlin group amounts to 52 individuals and 2,188.25 kg., shark group, 6 individuals and 193.00 kg., and the 3rd group, dolphin and others, 6 individuals and 57.125 kg., respectively.

4) The degree of sexual maturity of these fishes was examined. The condition of the gonads was classified in the same way as the primary case. Among males of *Parathunnus obesus*, each one out of 2 individuals was judged to be ripening or ripe, and 1 female of this species was considered to be ripe. Four male individuals of *Neothunnus albacora* were classified into 2 stages, immature and ripening, having each 2 individuals. Each one of 2 adult female individuals of this species was considered to be ripening or ripe and 1 young individual of the same species was regarded as an immature female. One individual of *Makaira mitsukurii* was found to be male and judged to be spawning and 3 individuals of *Makaira nigra* were considered to be female being consisted of the samples of two immature and one spawning.

5) The results of food studies of the fishes are as follows. From stomachs of *Parathunnus obesus*, *Alepisaurus borealis*, *Nealotus tripes*, *Pseudoscopelus scriptus sagamiensis*, *Cololabis saira* (used as bait), a part of abdominal portion of Macrura and arms of Decapoda were found. *Neothunnus albacora* feeded upon squid and various kinds of fishes, namely Lepidoteidae sp., *Nealotus tripes*, *Alepisaurus borealis*, *Mimasea taeniosoma*, Paralepididae sp., *Acinacea notha*, Gonostomatidae sp., Acanthuridae sp. (young), etc. The stomach of *Makaira mitsukurii* was found to be filled with one large individual of Scombrinae sp. It was determined that *Makaira nigra* had feeded on *Lobates surinamensis*, *Carangina* sp., *Chaetodon* sp., and squids.

6) Comparisons among the stomach-contents of the common fishes were made in the cases of the primary and the secondary tuna long-line fishery in the Indian Ocean.

1 要　　約

1) 第二次鮪延縄漁業の行われた期間は，1957 年 3 月 23 日，24 日，27 日で，Station は "I" の21, 22 及び 23 である．

2) 漁獲された魚種は次の 9 種である．

（1） ビ ン ナ ガ: *Thunnus alalunga* (Bonnaterre)

（2） メ バ チ: *Parathunnus obesus* (Lowe)

（3） キ ハ ダ: *Neothunnus albacora* (Lowe)

（3′） キ メ ジ: *Neothunnus albacora* の juv. form

（4） マ カ ジ キ: *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder)

（5） クロカジキ(クロカワ): *M. nigra* (Nakamura)

（6） ヒラガシラ: *Scoliodon walbeehmi* (Bleeker)

（7） ヨコジマザワラ: *Scomberomorus commersoni* (Lacépède)

（8） サワラの 1 種: *S. leopardus* (Shaw) ?

（9） シ イ ラ: *Coryphaena hippurus* Linné

3) 水揚高は，マグロ，カジキ類の第 1 群が，2,188.25 kg，ヒラガシラの第 2 群が 193.00 kg，ヨコジマザワラ等の第 3 群が 57.125 kg で，総計 2,438.375 kg である．

4) 生殖腺に就いては，メバチ 3，キハダ 6，キメジ 1，マカジキ 1，クロカジキ 3 個体に於て，生殖腺の大きさ，性別，成熟度，等の調査を行つた．

メバチの♂では，相当成熟，稍成熟が各々 1 個体，同♀では，相当成熟が 1 個体．キハダの♂では，稍成熟・未成熟が各々 2 個体，同♀では，相当成熟・稍成熟が各々 1 個体，キメジは♀で未成熟．マカジキは♂で成熟，クロカジキは，何れも♀で，成熟 1，未成熟 2 の結果であつた．

5) 胃の内容物調査は，生殖腺調査をしたのと同じ個体に於て行われた．**メバチ**では，餌料用のサンマ・ミズウオその他の魚種，並に 1 例にイカ，**キハダ**では，ミズウオ・シマガツオ上科の 1 種・フウライカマス・ナガタチカマス・クロタチカマス・ハダカエソ科の 1 種・ヨコエソ科の 1 種・ニザダイ科の 1 種並に 4 例にイカ，**マカジキ**ではサバ亜科の 1 種の標準体長 358 mm の個体，**クロカジキ**では体長 313 mm のマツダイ・チヨオチヨオウオの 1 種・ア

ジ亜目の1種並に2例にイカが認められた.

2. Station 別の調査

St. "I"-21, Position $\begin{cases} 14°49.'5\ \text{S.}, \\ 61°36.'0\ \text{E.}, \end{cases}$ Date: 3-23, 1957

a. 漁獲表

Table 1. Catch at St. "I"-21.

Landing order	Binomina of fishes	Body length (cm)	Depth (cm)	Head l. (cm)	Body weight (kg)	Remarks
1	*Thunnus alalunga*	100	25	28	19.50	○ head and viscera were frozen.
2	〃	100	25	30	19.50	○ viscera were frozen
4	〃	105	33	35	18.75	○
6	〃	105	30	35	19.50	○
11	〃	85	25	28	21.00	●
15	〃	100	30	30	23.25	●
3	*Neothunnus albacora*	125	33	32	45.00	○
8	〃	120	30	30	36.75	●
9	〃	133	33	35	41.25	○
10	〃	145	38	38	66.75	○
14	〃	135	38	38	—	●△ was abandoned into the sea.
17	〃	135	35	35	48.75	○
7	*Makaira mitsukurii*	200	35	50	63.75	○ head was frozen.
12	*M. nigra*	185	44	45	—	●∨ was abandoned into the sea.
18	〃	185	38	45	61.50	○
13	*Scoliodon walbeehmi*	120	25	30	—	○
19	*Scomberomorus c.*	135	20	25	13.125	○
5	*S. leopardus*?	135	20	33	18.00	○
16	*Coryphaena hippurus*	105	22	21	—	○

○: living fish, ●: dead fish, △: had been attacked by sharks, the remains $> 1/2$,
∨: had been attacked by sharks, the remains $< 1/2$.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高 (Table 2).

Table 2. Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"–21.

Binomina of fishes	Total of nos.	○	●	Body l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) *	**	Mean value (cm)	Head l. (cm) *	**	Mean value (cm)	Body wt. (kg) min.	max.	Mean value (kg)	Haul specific total (kg)
Thunnus a.	6	4	2	85～105	99.2	25～33		28.0	28～35		31.0	18.75～23.25		20.25	121.50
Neothunnus a.	6	4	2	120～145	131.3	30～38		34.5	30～38		34.7	36.75～66.75		47.70	238.50
Makaira m.	1	1	—	200		35			50			63.75			63.75
M. nigra	2	1	1	185～185	185.0	38～44		41.0	45～45		45.0	61.50			61.50
Group total	15	10	5												485.25
Scoliodon w.	1	1	—	120		25			30			—			—
Scombero-morus c.	1	1	—	135		20			25			13.125			13.125
S. l.?	1	1	—	135		20			33			18.00			18.00
Coryphaena h.	1	1	—	105		22			21			—			—
Group total	4	4	—												31.125
Sum total	19	14	5												516.375

*: min. **: max.

St. "I"–22. Position 12°00 S., 62°10 E., Date: 3–24,'57

a. 漁獲表

Table 3. Catch at St. "I"–22.

Landing order	Binomina of fishes	Body l. (cm)	Depth (cm)	Head l. (cm)	Body wt. (kg)	Remarks
1	*Thunnus alalunga*	90	25	27	23	●
9	〃	100	25	25	19	○
10	〃	100	25	25	22	○
2	*Neothunnus a.*	140	38	35	65	○#
4	〃	130	40	40	--	●∨ was abandoned into the sea.
5	〃	130	35	35	52	●#
6	〃	135	40	35	65	○#
12	〃	140	40	35	63	○#
13	〃	155	45	35	64	○# head and some pieces of vertebrae were preserved.
17	〃	120	30	30	34	○#
14	*N. a.* (juv.)	85	25	25	13	○#
16	〃	85	25	20	15	●
15	*Makaira m.*	175	40	40	67	○#
3	*M. nigra*	290	60	60	237	○#
8	〃	210	35	45	71	○#
18	〃	250	60	50	142	○#
7	*Scomberomorus l.**	130	20	30	16	○
11	〃	105	15	25	10	○

#: stomach contents and gonad were examined. cf. Table 1. *: Ectoparasites on the abdomen have been recognised as *Gloiopotes* sp. (Fam. Euryphoridae) by Mr. R. Kuwabara.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高 (Table 4).

Table 4. Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"-22.

Binomina of fishes	Total nos.	○	●	Body l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean value (cm)	Head. l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body wt. (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul specific total (kg)
Thunnus a.	3	2	1	90~100	96.7	25~25	25.0	25~27	25.7	19~ 23	21.3	64
Neothunnus a.	7	5	2	120~155	135.7	30~45	38.3	30~40	35.0	34~ 65	57.2	343
N. a. (juv.)	2	1	1	85~ 85	85.0	25~25	25.0	20~25	22.5	13~ 15	14.0	28
Makaira m.	1	1	—	175		40		40		67		67
M. nigra	3	3	—	210~290	250.0	35~60	51.7	45~60	51.7	71~237	150.0	450
Group total	16	12	4									952
Scombero-morus l.	2	2	—	105~130	117.5	15~20	17.5	25~30	27.5	10~ 16	13.0	26
Sum total	18	14	4									978

St. "I"-23. Position 06°25′ S. 73°11′ E. Date: 3-27,'57

a. 漁獲表

Table 5. Catch at St. "I"-23.

Landing order	Binomina of fishes	Body l. (cm)	Depth (cm)	Head l. (cm)	Body wt. (kg)	Remarks
14	*Thunnus a.*	73	20	20	8	○
15	〃	73	20	20	8	○
4	*Parathunnus o.*	—	—	35	—	●×
5	〃	135	40	35	56	●# head and some pieces of vertebrae were preserved.
6	〃	135	40	45	59	●#
7	〃	145	40	45	64	○
8	〃	—	—	40	—	●×
11	〃	145	45	45	85	○#
17	〃	—	—	40	—	●×
18	〃	—	—	40	—	●V
9	*Neothunnus a.*	150	35	35	68	○
16	〃	145	38	43	75	○
21	〃	140	37	35	53	○
22	〃	140	37	38	52	○
24	〃	130	35	35	—	●V
25	〃	135	37	36	46	○
26	〃	135	32	31	38	○
12	*N. a.* (juv.)	110	25	28	20	○
13	〃	105	25	28	17	○
10	*Makaira nigra*	150	30	35	40	○# head was preserved, merely stomach-contents were examined
27	〃	297	38	44	62	○
2	*Scoliodon w.*	160	35	40	25	○
3	〃	160	35	40	25	○
19	〃	170	32	35	60	○
20	〃	155	33	42	45	○
23	〃	135	30	36	38	○
1	*Coryphaena h.*	85	20	15	—	●

×: sample attacked by sharks, the remains : only head. cf. Tables 1 & 3.

b. 測定値の最大，最小並に平均値と水揚高 (Table 6).

Table 6. Maximum, minimum and mean values of measurements together with specific, group and sum totals at St. "I"-23.

Binomina of fishes	Total of nos.	○	●	Body l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Depth (cm) min. max.	Mean value (cm)	Head l. (cm) min. max.	Mean value (cm)	Body wt. (kg) min. max.	Mean value (kg)	Haul spec. total (kg)
Thunnus a.	2	2	—	73～ 73	73	20～20	20	20～20	20	8～ 8	8	16.0
Parathunnus o.	8	2	6	135～145	140	40～45	41.3	35～45	40.6	56～85	66.0	264.0
Neothunnus a.	7	6	1	130～150	139.3	32～38	35.9	31～43	36.1	38～75	55.3	332.0
N. a. (juv.)	2	2	—	105～110	107.5	25～25	25	28～28	28	17～20	18.5	37.0
M. nigra	2	2	—	150—297	223.5	30～38	34	35～44	39.5	40～62	51.0	102.0
Group total	21	14	7									751.0
Scoliodon w.	5	5	—	135～170	156.0	30～35	33	35～42	38.6	25～60	38.6	193.0
Coryphaena h.	1	—	1	85.0		20		15		—		—
Sum total	27	19	8									944.0

3. 総 漁 獲 表

玆では利用の立場から，魚種を第1群マグロ・カジキ類，第2群サメ類，第3群其の他の類に三分した.

Table 7. A grand sum of the catch.

Group	Binomina of fishes	Station	"I"—21			"I"—22			"I"—23			Haul				
		Position	14°49′5 S 61°36′0 E			12°00′ S 62°10′ E			06°25′ S 73°11′ E							
		Date	Ⅲ—23, 1957			Ⅲ—24, 1957			Ⅲ—27, 1957							
			Total	○	●	Total	○	●	Total	○	●	Total	○	●	Specific total (kg)	Group total (kg)
Gr. 1	*Thunnus a.*		6	4	2	3	2	1	2	2	—	11	8	3	201.5	2188.25
	Parathunnus o.		—	—	—	—	—	—	8	2	6	8	2	6	264.0	
	Neothunnus a.		6	4	2	7	5	2	7	6	1	20	15	5	913.5	
	N.a. (juv.)		—	—	—	2	1	1	2	2	—	4	3	1	65.0	
	Makaira m.		1	1	—	1	1	—	—	—	—	2	2	—	130.75	
	M. nigra		2	1	1	3	3	—	2	2	—	7	6	1	613.5	
Gr. 2	*Scoliodon w.*		1	1	—	—	—	—	5	5	—	6	6	—	193.0	193.0
Gr. 3	*Scomberomorus c.*		1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	13.125	57.125
	S. leopardus?		1	1	—	2	2	—	—	—	—	3	3	—	44.0	
	Coryphaena h.		1	1	—	—	—	—	1	—	1	2	1	1	—	
Sum total			19	14	5	18	14	4	27	19	8	64	47	17		2,438.375
Haul in Station (kg)			516.375			978.00			944.00			2,438.375				

4. 生殖腺の調査

生殖腺の大いさを，その長さと幅に就き計測し，雌雄の別を検鏡し，併せて成熟度を調べた．♂では精虫の活動が旺盛か否か，♀では卵径の大小，整形か否か，組織から卵が遊離しているか，又は遊離させ得るか否か等を検討した．

ビンナガの生殖腺は1957年3月23日の2個体分を都合上冷凍保存中で，後日調査の予定である．従つて本報告には含まれていない．結果を纒めて表示すると次のTable 8の通りである．

Table 8 The gonadal condition of the catch.

Binomina	Landing ord.	Date ('57)	Gonad Length (mm)	Gonad Breadth (mm)	Sex	Degree of Maturity	Remarks
Parathunnus o.	5	3-27	259 198	43 40	♂	ripe	milky, sperm: fairly vivid
	6	〃	256 208+α*	46 42	♀	〃	specimen of large egg-diamer: fairly numerous
	11	〃	313 240	74 61	♂	ripening	sperm: somewhat active
Neothunnus albacora	2	3-24	396 341	46.5 43.0	♂	immature	sperm: inactive
	5	〃	204+α	49.5	♂	ripening	sperm: somewhat active
	6	〃	336 296+α	64 61	♀	〃	eggs of regular form and of small diameter: coexist
	12	〃	313 264+α	44.5 38.5	♂	immature	sperm: inactive
	13	〃	321 302	47 43	♂	ripening	sperm: somewhat active
	17	〃	208+α 170+α	33.5 30.0	♀	ripe	eggs of small diameter and mature eggs, which are able to be isolated: coexist.
N. a. (juv.)	14	〃	151 124	16.5 15.0	♀	immature	
** *M. m.*	15	〃	437 403	39 40	♂	spawning	milky, sperm: vivid
Makaira nigra	3	3-24	716 492	93 79	♀	immature	egg diameter: small, isolation: impossible
	8	〃	262 231	51 51	♀	〃	〃 : 〃 , 〃 : 〃
	18	〃	716 517	128.5 134·0	♀	spawning	〃 : large, isolated eggs: numerous, they streamed out of the opening of a cut.

* α: damaged portion, ** *M. m.*: *Makaira mitsukurii.*

クロカジキの No. 18 の卵巣は成熟状態にあると看做したが，此の魚体は，Table 3 中に示されている如く，体長 250 cm，体重 142 kg である．

同じくクロカジキの No. 3 の卵巣の長さは，略々 No. 18 と等しいが，その幅は遥かに劣つている．然るに此の魚体は，体長 290 cm，体重 237 kg で No. 18 より大きいのである．故に No. 3 の卵巣が調査時は未成熟と考えられたが，之が成熟すれば，その大いさ（長さ並に幅）は No. 18 を凌ぐように発達するのではないかと考えられる．

上記した位置において，クロカジキ・マカジキ等に，生殖腺の成熟した個体も3月末頃から

出現し始めるものと考えられるが，大等の大半が何時頃成熟期に入るかは，本調査からは明かになし得ない．

5. 胃内容物調査*

之は生殖腺調査をしたのと同じ個体に於いて行われた (Tab. 9)．**メバチ**では，査定された内容物中の魚類は，餌料用のサンマ: *Cololabis saira*, ミヅウオ: *Alepisaurus borealis*, フウライカマス: *Nealotus tripes*, クロボウズギス: *Pseudoscopelus scriptus sagamiensis*,** その他の魚種，**キハダ**では 1) ミヅウオ，2) シマガツオ上科の1種: *Lepidoticae* sp., 3) フウライカマス: *Nealotus tripes*, 4) ナガタチカマス: *Mimasea taeniosoma*, 5) ハダカエソ科の1種: *Paralepididae* sp., 6) クロタチカマス: *Acinacea notha*, 7) ヨコエソ科の1種: *Gonostomatidae* sp., 8) ニザダイ科の1種: *Acanthuridae* sp. (幼魚) の8種，**マカジキ**ではサバ亜科の1種: *Scombrinae* の標準体長 358 mm の個体，**クロカジキ**では体長 313 mm のマツダイ: *Lobotes surinamensis*, アジ亜目の1種: *Carangina* sp., チヨオチヨオウオの1種: *Chaetodon* sp., や魚体の1部が見出された．

軟体動物のイカは，メバチでは3例中1例に，腕部のみが存した．キハダでは6例中4例に2～7個体認められ，夫等の胴長は 44～108 mm であつた．マカジキには存在しなかつたが，クロカジキでは4例中2例に，1～3 個体発見され，胴長は 74～97 mm であつた．タコは認められなかつた．

節足動物では，メバチ3例中1例に，長尾亜目の腹部の1部のみが見られた．

往航時と復航時の鮪類の胃内容物の比較 (第1次の Table 16, 第2次の Tab. 9 及び Tab. 10参照)．

延縄に罹つた魚種の内，往航時に食性調査の対象となつたものは，ビンナガ2，キハダ8，マカジキ1，クロカジキ4，バシヨウカジキ1個体であり，復航時のものは，メバチ3，キハダ6，マカジキ1，クロカジキ4個体で，共通魚種はキハダ・マカジキ・クロカジキの3種である．

之等3種の内，マカジキは個体数も僅か1例宛で，胃内容物に共通種は無く，クロカジキは4例宛であるが，査定された内容物中魚類には矢張り共通種は認められない．但しイカは 101 mm 以下の大きさのものであるが，往航時に1標本に，復航時に2標本に認められた．キハダに於ける両航海時の比較は，Table 10 の如くである．

---

* 本学水産動物学教室の海老名教授・同服部仁氏を煩わして再調査に尽力して頂いた．玆に深謝の意を表する次第である．

** 京都大学農学部教授松原喜代松博士から種々示教に預つた．厚く御礼申し上げる．本種に関しては別に報告の予定である．

Table 9. 復航時に於ける鮪類の胃内容物. Stomach-contents of tuna in the coming voyage.

Binomina of fishes	St.–c. Land. ord.	Pisces	Mollusca △ c–f	Arthropoda	Date 1957	Remarks
Parathunnus o.	5	サンマ: *Cololabis saira*[1]			3–27	[1]: used as bait.
〃	6	-[2]			〃	[2]: scanty stomach,
〃	11	ミヅウオ: *Alepisaurus borealis*, etc.*			〃	
		フウライカマス: *Nealotus tripes*			〃	
		クロボウズギス: *Pseudoscopelus scriptus sagamiensis*	1[3]	Macrura[4]	〃	[3]: merely arms, [4]: merely a part of abdomen
Neothunnus a.	2	merely bones of a small fish	2[5]		3–24	[5]: mantle lengths: 88, 108 mm
〃	5	フウライカマス: *Nealotus tripes*,	—		〃	
		シマガツオ上科の1種: *Lepidoticae* sp.			〃	
〃	6	*Alepisaurus borealis*, *Nealotus tripes*,	7			
		ナガタチカマス: *Mimasea taeniosoma*,				
		クロタチカマス: *Acinacea notha*,				
		ハダカエソ科の1種: *Paralepididae* sp.				
		ヨコエソ科の1種: *Gonostomatidae* sp.				
		ニザダイ科の1種: *Acanthuridae* sp. (young)				
		Lepidoticae sp. (young)			〃	
〃	12	*Lepidoticae* sp. (a part of body)	2[6]		〃	[6]: mantle l.: 58.0, 96.5 mm
〃	13	*Alepisaurus borealis*	3[7]			[7]: 〃 : 44, 88, 94 mm
		Lepidoticae sp., etc.			〃	
〃	17	*Alepisaurus borealis* (only upper and lower jaws)	—		〃	
M. m.	15**	サバ亜科の1種: *Scombrinae* sp.	—		〃	** dimentions of stomach, l.: 497 mm, br: 97 mm
Makaira nigra	3	-[2]	—		〃	***dimentions of stomach l.: 621 mm, br.: 115 mm
〃	8***	マツダイ: *Lobotes surinamensis*[8]	—		〃	[8]: body l.: 313 mm, depth: 114 mm
〃	18	only a part of fish body.	1[9]		〃	[9]: mantle l.: 97 mm
〃	10	アジ亜目: *Carangina* sp.	3[10]		3–27	[10]: 〃 : 74, 88, 90.5 mm
		チョオチョオウオの1種: *Chaetodon* sp.				

St-c: stomach-contents, △, c-f.: cuttle-fish, etc.*, identification: impossible, because of advanced digestion. *M. m.*: *Makaira mitsukurii*.

Table 10. 往復航海時に於けるキハダ胃内容物の比較.
Comparisons among the stomach-contents of *Neothunnus albacora* in a round voyage.

	Stomach-contents	Going voyage 8 spec.*	Coming voyage 6 spec.	Remarks
Pisces	シマガツオ上科の1種: *Lepidoticae* sp.	6[1]	4[2]	[1]: the fish was found in 6 cases in 8 specimens and so forth.
	フウライカマス: *Nealotus t.***	1	2	[2]: the fish was found in 4 cases in 6 specimens and so forth.
	クロタチカマス: *Acinacea n.*	1	1	
	ムロアジ属の1種: *Decapterus* sp.	2	—	
	ウナギギンポ属の1種: *Xiphasia* sp.	2	—	
	フグ科の1種: *Tetraodontidae* sp.	2	—	
	ラクダハコフグ属の1種: *Tetrosomus* sp.	1	—	
	ニシキカワハギ属の1種: *Pervagor* sp.	1	—	
	ベンテンウオ: *Bentenia a.*	1	—	
	ミヅウオ: *Alepisaurus b.*	—	3	
	ナガタチカマス: *Mimasea t.*	—	1	
	ハダカエソ科の1種: *Paralepididae* sp.	—	1	
	ヨコエソ科 〃 : *Gonostomatidae* sp.	—	1	
	ニザダイ科 〃 : *Acanthuridae* sp.	—	1	
Mollusca	イカ: cuttle-fish	8[3]	4[4]	[3]: mantle l.: 36.5～126 mm, l. of chitinous shell: 200 mm (merely in one case)
	タコ: devil-fish	4	—	[4]: mantle l.: 44～108 mm
Arthropoda	シャコ: squill	5	—	
Prochordata	サルパ: *Salpa*	2	—	

*, spec: specimens, **: On abridged binomina of fishes refer to Table 16 of the primary catch and Tab. 9 of the secondary one.

References (cf. p. 62)

1) Parr, A.E. 1933. Scientific results of the third oceanographic expedition of the "Pawnee" 1927. Deepsea Berycomorphi and Phercomorphi from the waters around the Bahama and Bermuda Islands. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. **3** (6), 39.

2) Tanaka, Shigeho 1908. Nates on some rare fishes of Japan, with descriptions of two new Genera and six new species. Jour. Coll. Sci, Imp. Univ. Tokyo, XXIII. Art. 13, 13—17, Pl. I, fig. 2.

妹 尾 次 郎

インド洋における水深測量および海底地形

ECHO SOUNDINGS AND BOTTOM TOPOGRAPHY IN THE INDIAN OCEAN

Takeharu KUMAGORI, Keijiro OZAWA, Saburo YANAGAWA

Abstract

On the way to Cape Town, South Africa from Sunda Strait, between Java and Sumatra, we were sounding by the echo sounding device over our track.

Figure 3 shows the chart of soundings and the vertical section of the ocean floor.

Observed ship's position, depths observed, correction related to the observed depth and corrected depths are shown in the appendix.

The corrections are required from the correction curves showing figure 2, that make reference to temperature and chrolity obtained from the oceanographic observation of 0–3,000 meters in depth over the Indian Ocean.

It is well-known that there is the central Indian sea mountains slightly inclining westwards in the central Indian Ocean, which separates the western Indian Ocean and the eastern Indian Ocean ,and the latter consisting of the Indo-Austalia basin is deeper than the former.

On records the deepest point in this ocean is 6,124 meters deep, but we got 5,954 meters in Lat. 10°17.′44 S., Long. 90°24.′8 E.

In the vicinity of a place Lat. 14° S., Long. 88°.5 E., the echo sounder recorded four plateaus like the sea mountains.

These are shown in figure 1 and detail A, B and C. We can conjecture that these sea mountains run in rows to the ridges located in the west of Andaman and Nicobar Islands.

From the results of soundings, these slopes under sea plateaus have more declivous on the western side than the eastern one.

記録によると，インド洋の最深水深は 6,124 米であるが，今次航海では往路 5,954 米を Lat. 10°17.′4 S., Long. 90°24.′8 E. で測得した．

インド洋西部にはカールスベルグ海嶺があり，南東端のチャゴス群島から北へのび，マルディブ群島をへて，インド大陸へつらなり，また北西方にのびてアフリカのソマリアの北東端につらなつている．またチャゴス群島から南西のレアニヨン・セイシル海嶺に連らなり，これら海底山脈の東側の東部インド洋と，西側の西部インド洋とをつくり，東部インド洋は西部インド洋より深い．

全般的に見て，従来測得された水深，すなわち測点が少いので，インド洋の海底地形図は推

測の範囲から脱していない.

第3図のインド洋測深図のように中央インド海嶺とジャバとの間は，おもに5,400米以深の深海である.

しかし，Lat. 14° S., Long. 88°.5 E. 附近には，海底山(Sea mountain)のような独立海台(Prateau) が記録されており，また，これから東には4つの海台が測得された.

今回の観測の結果はインド洋の往復の航海中，毎4時間ごとに測得した，音測水深に，海洋観測の結果から，海洋構造によつて，5つの海区に区分して，補正値曲線を作製し，これによつて補正水深を求めた.

それぞれの補正値曲線は第2図に，測得値およびそれに対する補正値ならびに補正水深は附表に，また，第3図のインド洋測深図のうち Lat. 10°～20° S., Long. 82°～92° E. の間に位置する3つの海堆状の海底隆起は，第1図ならびに A～C 図にその詳細を示した.

この海底の隆起地形はベンガル湾のアンダマン，ニコバル群島の西にある舌状の海嶺に関連があるように考えられる.

そして，この隆起地形の西方は東側と同様に5,200米の深度を有していて，東西に横切つた結果から見ると，西側の傾斜は東側よりも大きいようである.

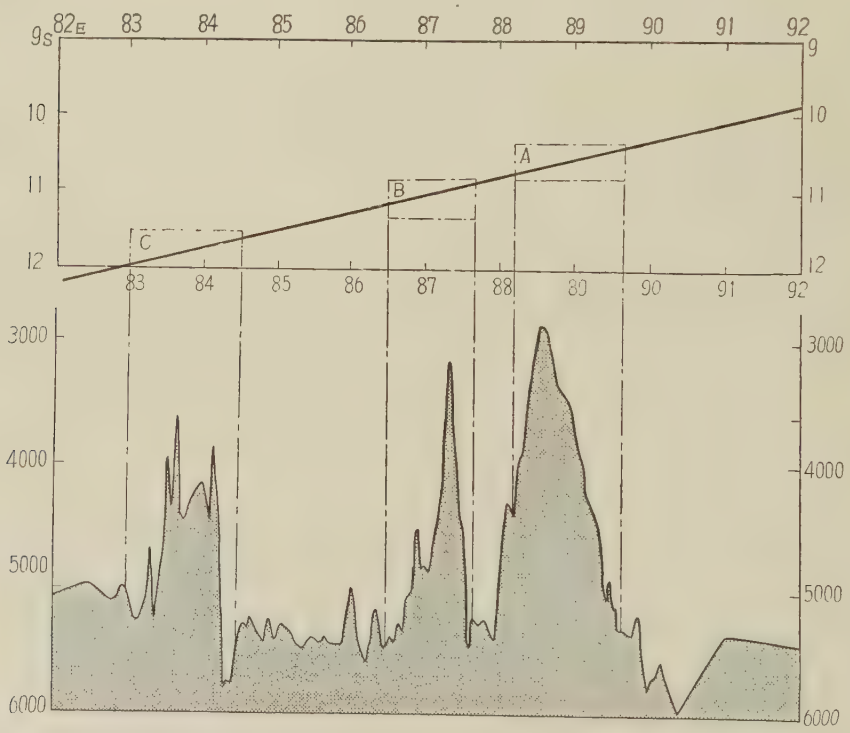
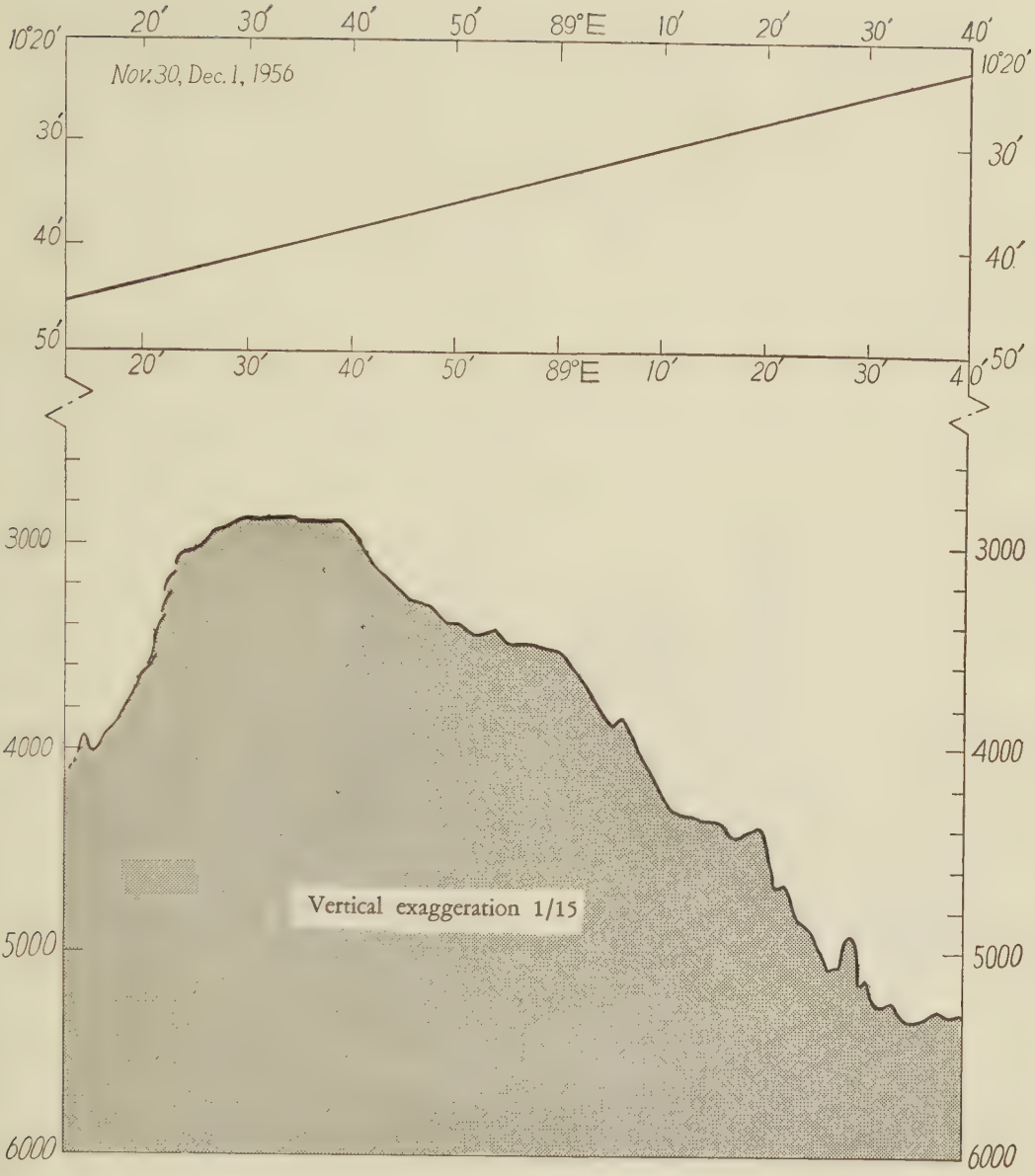
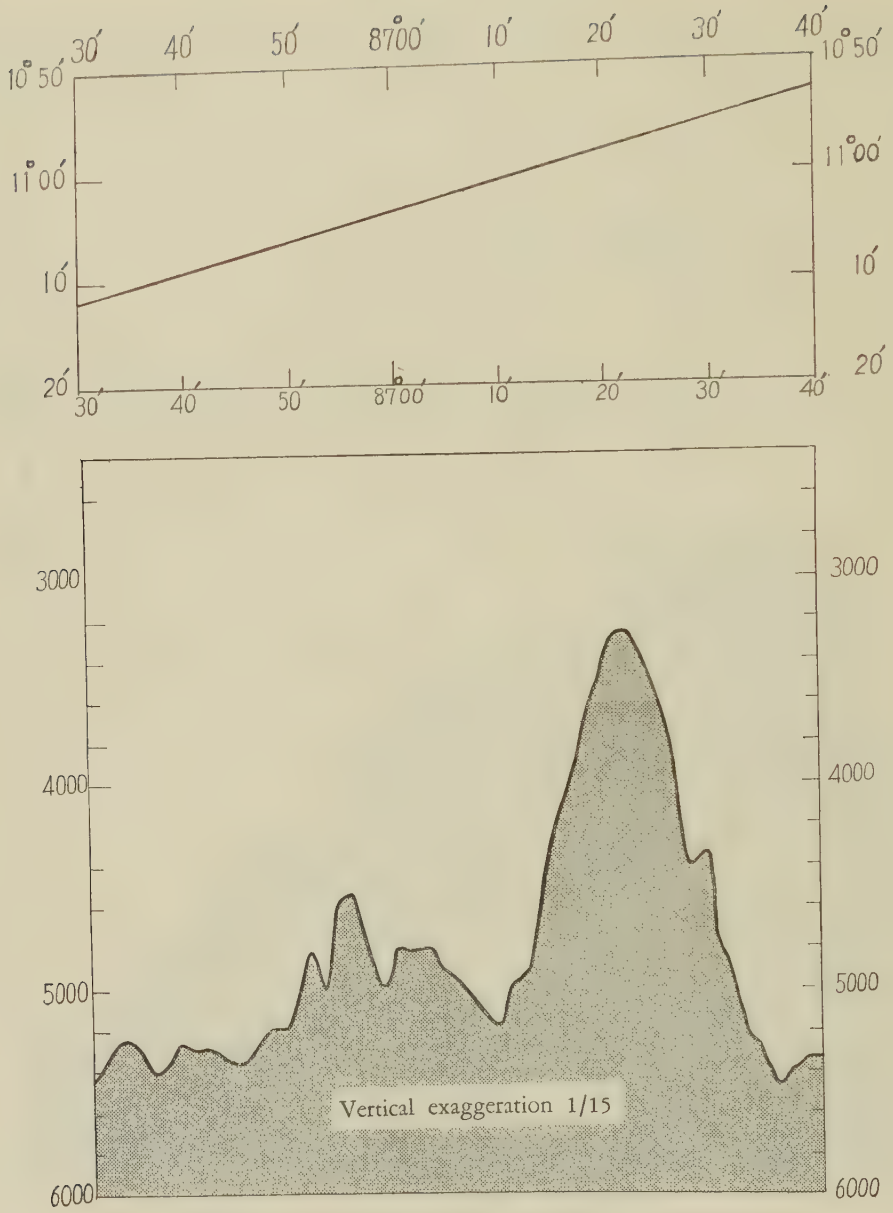


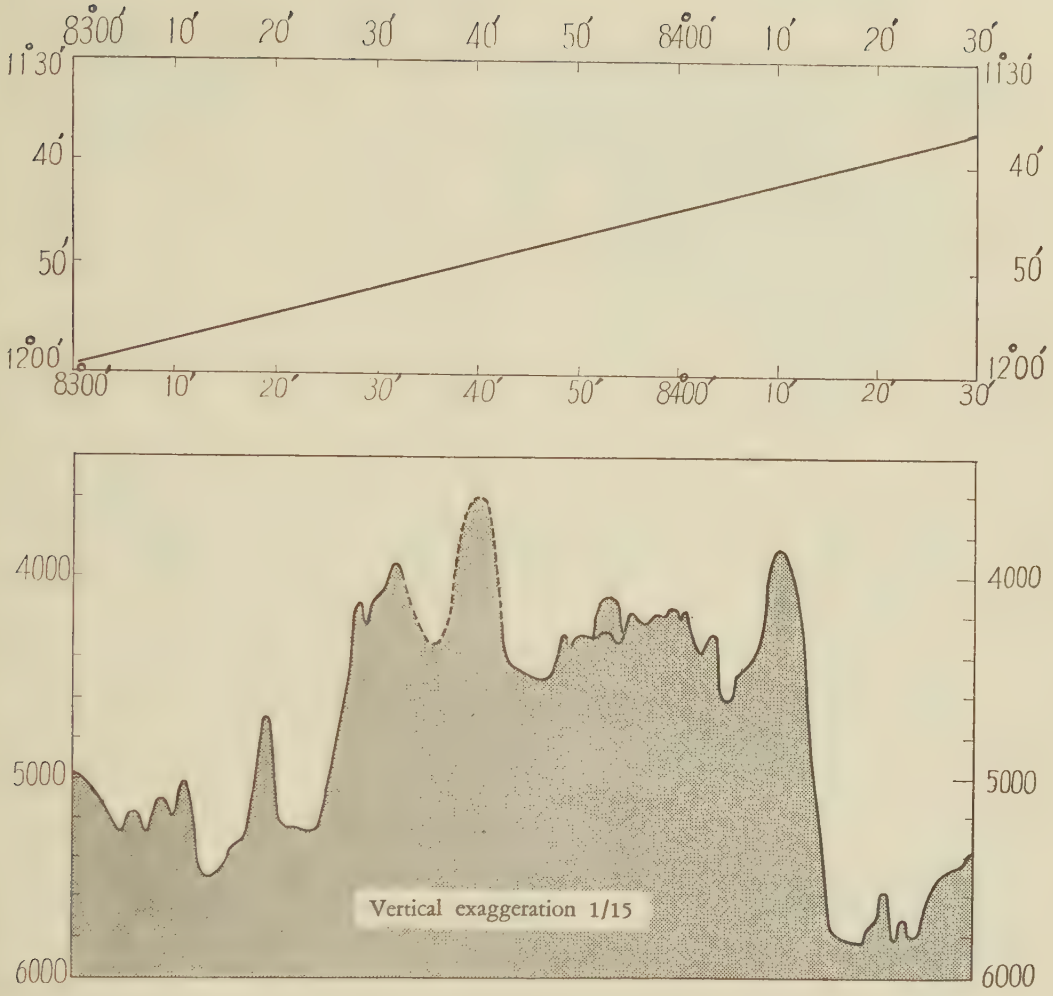
Figure 1 Bottom topography in the central Indian Ocean, above is the ship's track, and details in area A, B and C are shown the next.


10°20′
20′
30′
40′
50′
89°E
10′
20′
30′
40′
Nov. 30, Dec. 1, 1956
30′
40′
50′
3000
4000
5000
6000
Vertical exaggeration 1/15

Detail A


10° 50′
30′
40′
50′
8700′
10′
20′
30′
40′
11° 00′
10′
20′
3000
4000
5000
6000
Vertical exaggeration 1/15

Detail B


8300'
10'
20'
30'
40'
50'
8400'
10'
20'
30'
11°30'
40'
50'
12°00'
4000
5000
6000
Vertical exaggeration 1/15

Detail C

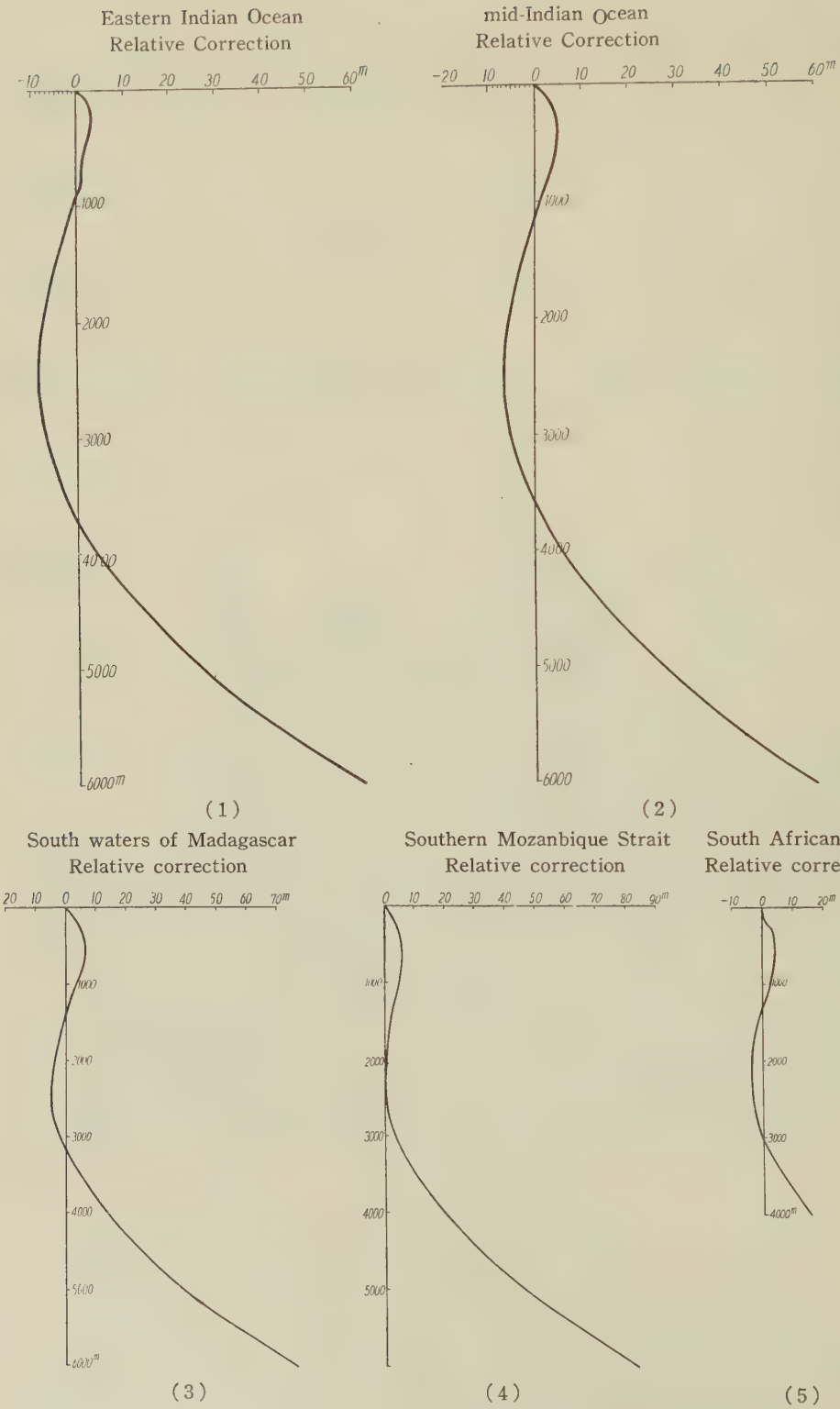


Figure 2. Depth correction curves

Figure 3. Bathymetric chart at the Indian Ocean and bottom topography from Sunda strait to South Africa coast. (Sounded by UMITAKA MARU at 1956~1957.)

APPENDIX (1)

Date	No.	Position		Depth $V=$ 1,500 m/s	Correction	Depth
		Lat.	Long.			
		° ′ S	° ′ E			
Nov. 28	1	7-07.0	102-51.7	3,640	− 1	3,639
	2	7-22.5	101-55.3	4,800	+22	4,822
	3	7-37.0	101-04.0	5,600	+47	5,647
	4	7-42.2	100-47.5	5,540	+45	5,585
	5	7-45.5	99-55.0	5,700	+51	5,751
	6	8-07.0	99-10.6	5,480	+42	5,522
	7	8-20.0	98-18.0	5,150	+32	5,182
29	8	8-33.0	97-26.1	5,050	+29	5,079
	9	8-45.5	96-34.0	5,550	+45	5,595
	10	8-50.5	96-17.0	5,450	+41	5,491
	11	8-58.0	95-45.5	4,750	+21	4,771
	12	9-07.0	95-03.0	5,600	+47	5,647
30	13	9-21.4	94-13.7	5,520	+44	5,564
	14	9-33.2	93-14.7	5,150	+32	5,182
	15	9-49.0	92-18.5	5,100	+31	5,131
	16	9-54.5	91-55.0	5,370	+39	5,409
	17	10-07.6	91-04.4	5,300	+37	5,337
	18	10-17.4	90-24.8	5,900	+58	5,958
Dec. 1	19	10-27.0	89-24.0	4,810	+23	4,833
	20	10-40.0	88-34.0	2,880	− 7	2,873
	21	10-49.0	87-52.0	5,240	+35	5,275
	22	10-55.0	87-33.0	5,204	+35	5,239
	23	11-10.0	86-37.0	5,380	+40	5,420
	24	11-17.0	85-56.5	5,390	+40	5,430
2	25	11-32.2	84-53.8	—	—	—
	26	11-44.6	83-59.5	4,150	+ 7	4,157
	27	11-57.8	83-05.4	5,220	+34	5,254
	28	12-06.6	82-30.0	4,960	+27	4,987
	29	12-15.0	81-43.0	5,310	+37	5,347
	30	12-23.8	81-06.2	5,200	+34	5,234
3	31	12-30.0	80-18.5	5,060	+30	5,090
	32	12-39.0	79-27.0	5,240	+35	5,275
	33	12-48.5	78-35.0	5,360	+39	5,399
	34	12-50.0	77-54.5	5,520	+44	5,564
	35	13-01.0	77-03.0	5,460	+41	5,501
	36	13-11.5	76-10.8	5,360	+39	5,399
4	37	13-22.0	75-19.0	5,120	+31	5,151
	38	13-21.0	74-29.0	5,220	+34	5,254
	39	13-43.8	73-36.0	5,280	+36	5,316
	40	13-48.0	73-08.0	5,110	+31	5,141
	41	13-57.0	72-16.0	3,790	+ 2	3,792
	42	14-03.0	71-36.0	4,950	+26	4,976
5	43	14-22.0	69-57.0	4,100	+ 6	4,106
	44	14-30.0	69-02.2	3,870	+ 2	3,872
	45	14-42.5	68-24.5	3,000	− 7	2,993
	46	14-49.5	67-27.7	3,000	− 7	2,993
	47	14-54.0	67-02.2	1,700	− 6	1,694
	48	14-55.5	66-51.0	3,280	− 4	3,276
6	49	15-02.6	65-59.6	2,940	− 6	2,934
	50	15-09.9	65-07.8	4,000	+ 6	4,006
	51	15-12.0	64-48.0	4,280	+11	4,291
	52	15-11.0	64-34.5	4,220	+ 9	4,209

APPENDIX (2)

Date	No.	Position		Depth $V=$ 1,500 m/s	Correction	Depth
		Lat.	Long.			
		° ′ S	° ′ E			
	53	15–12.5	64–22.5	3,200	− 4	3,196
	54	15–17.5	63–47.1	3,040	− 5	3,035
Dec. 7	55	15–24.0	62–56.2	3,760	+ 2	3,762
	56	15–29.0	62–13.9	2,870	− 6	2,864
	57	15–28.0	62–01.0	2,820	− 6	2,814
	58	15–20.0	61–34.5	3,400	− 2	3,398
	59	15–08.0	60–52.5	63		63
8	60	14–55.0	60–03.0	56		56
	61	14–46.0	59–34.0	4,000	+19	4,019
	62	14–55.0	59–23.0	3,580	+11	3,591
	63	14–57.0	60–01.0	60		60
	64	15–06.8	60–43.8	457	+ 5	462
9	65	15–18.0	61–33.7	2,830	+ 2	2,832
	66	15–23.6	61–55.7	2,830	+ 2	2,832
	67	15–19.5	61–56.0	2,830	+ 2	2,832
	68	15–42.0	61–43.5	2,920	+ 3	2,923
	69	16–17.0	61–23.7	3,350	+ 8	3,358
10	70	17–02.0	61–00.0	3,770	+15	3,785
	71	17–21.5	60–47.3	3,640	+12	3,652
	72	17–17.0	60–42.0	3,050	+ 3	3,053
	73	17–19.5	60–38.5	3,210	+ 6	3,216
	74	17–36.0	60–13.8	4,030	+19	4,049
	75	18–00.0	59–37.9	2,620	0	2,620
11	76	18–29.7	58–54.0	50		50
	77	18–59.0	58–09.0	1,340	+ 3	1,343
	78	19–29.5	57–23.6	3,900	+11	3,611
	79	19–49.5	57–01.0	4,520	+31	4,551
	80	20–15.5	56–13.3	4,450	+19	4,469
	81	20–40.0	55–33.0	700	+ 6	706
12	82	21–04.2	54–48.0	3,410	+ 8	4,418
	83	21–30.8	53–59.0	4,330	+26	4,356
	84	21–56.0	53–12.7	4,500	+31	4,531
	85	22–05.0	52–40.0	3,900	+11	3,911
	86	22–31.5	51–51.5	4,940	+44	4,984
	87	22–51.1	51–14.0	4,930	+44	4,973
13	88	23–20.4	50–25.9	4,940	+44	4,984
	89	23–47.1	49–35.4	3,970	+18	3,988
	90	24–14.0	48–47.0	4,180	+23	4,203
	91	24–16.5	48–14.0	3,900	+17	3,917
	92	25–10.5	47–22.5	160		160
	93	25–28.2	47–22.5	120		120
14	94	25–49.5	45–48.5	80		80
	95	26–13.9	45–02.2	450		450
	96	26–38.2	44–17.0	3,050	+13	3,063
	97	27–08.0	43–32.0	4,120	+16	4,136
	98	27–30.8	42–45.0	4,420	+23	4,443
	99	27–53.5	41–57.0	4,520	+26	4,546
15	100	28–17.0	41–08.0	4,600	+28	4,628
	101	28–41.5	40–17.0	4,700	+31	4,731
	102	29–05.2	39–26.4	4,800	+34	4,834
	103	29–50.0	38–52.0	4,920	+28	4,948
	104	29–31.0	38–00.6	4,950	+40	4,990

APPENDIX (3)

Date	No.	Position		Depth $V=$ 1,500 m/s	Correction	Depth
		Lat.	Long.			
		° ′ S	° ′ E			
	105	29-53.6	37-16.3	5,040	+41	5,081
Dec. 16	106	30-20.0	36-24.0	2,060	− 5	2,055
	107	30-45.5	35-31.6	2,120	− 5	2,115
	108	31-11.0	34-39.0	2,670	− 3	2,667
	109	31-40.0	33-35.5	3,290	+ 2	3,292
	110	32-01.5	32-59.6	3,520	+ 5	3,525
	111	32-17.8	32-17.2	3,600	+ 7	3,607
17	112	32-26.3	31-54.0	3,630	+ 7	3,637
	113	32-47.0	30-56.4	3,760	+10	3,770
	114	33-09.2	29-59.5	3,660	+ 8	3,668
	115	33-42.0	28-49.0	3,760	+10	3,770
	116	34-05.0	27-43.0	3,550	+ 6	3,556
	117	34-11.0	26-43.0	113		113
18	118	34-14.0	25-40.0	124		124
Mar. 22	201	18-56.0	58-13.0	2,880	− 6	2,874
	202	18-17.0	58-51.0	2,510	− 6	2,504
	203	17-49.0	59-26.5	280	+ 4	284
	204	17-16.5	60-00.0	1,240	+ 1	1,241
	205	16-28.5	60-34.0	900	+ 2	902
	206	16-03.5	61-03.5	300	+ 4	304
	207	15-25.5	61-38.5	2,510	− 5	2,505
23	208	15-16.0	61-47.5	3,100	− 5	3,095
	209	15-01.0	61-48.0	3,400	− 2	3,398
	210	14-51.0	61-51.0	3,450	− 2	3,448
	211	14-51.0	61-38.0	3,140	− 5	3,135
	212	14-48.0	61-31.0	3,040	− 5	3,035
	213	14-49.5	61-36.0	3,120	− 5	3,115
	214	14-31.0	61-44.0	3,560	− 1	3,559
	215	13-41.0	61-50.0	3,960	+ 4	2,964
	216	12-50.0	61-53.3	3,500	− 2	3,498
24	217	12-05.7	62-09.0	2,330	− 6	2,324
	218	12-03.0	62-04.0	2,440	− 6	2,434
	219	12-00.0	62-10.0	2,300	− 6	2,294
	220	11-46.5	62-36.5	2,320	− 6	2,314
	221	11-24.0	63-21.0	3,310	− 4	3,306
	222	11-01.5	64-07.0	3,680	+ 1	3,681
25	223	10-38.5	64-52.5	3,300	− 3	3,297
	224	10-16.5	65-39.0	4,200	+ 9	4,209
	225	9-56.0	66-21.0	4,270	+11	4,281
	226	9-33.2	67-11.0	3,600	0	3,600
	227	9-20.5	68-00.0	3,570	0	3,570
	228	9-03.0	68-49.0	3,990	+ 5	3,995
26	229	8-44.5	69-39.0	3,930	+ 4	3,934
	230	8-25.5	70-30.0	2,200	− 6	2,194
	231	8-09.5	71-16.5	1,200	+ 1	1,201
	232	7-48.0	72-05.0	1,670	0	1,670
	233	7-13.0	72-44.0	2,290	− 6	2,284
	234	6-26.0	73-10.2	3,340	+ 7	3,347
27	235	6-30.0	73-08.5	3,360	− 3	3,357
	236	6-25.0	73-11.0	3,350	− 3	3,347
	237	6-30.0	73-10.0	3,375	− 3	3,372

APPENDIX (4)

Date	No.	Position		Depth $V=$ 1,500 m/s	Correction	Depth
		Lat.	Long.			
		° ′ S	° ′ E			
27	238	5–49.0	73–29.0	2,895	− 6	2,889
	239	4–59.0	73–53.5	4,640	+19	4,659
	240	4–09.0	74–17.5	4,850	+24	4,874
28	241	3–22.6	74–40.0	4,935	+26	4,961
	242	2–33.7	75–03.5	4,940	+26	4,966
	243	1–46.5	75–26.0	4,520	+16	4,536
	244	1–00.0	75–57.5	4,520	+16	4,536
	245	0–13.0S	76–08.0	4,440	+14	4,454
	246	0–34.0N	76–29.0	4,600	+18	4,618
29	247	1–17.5	76–49.0	4,260	+10	4,270
	248	2–04.0	77–11.0	4,235	+10	4,245
	249	2–47.5	77–30.5	3,990	+ 5	3,995
	250	3–30.0	77–51.0	3,350	− 3	3,347
	251	4–13.5	78–12.2	2,980	− 6	2,974
	252	4–58.0	78–36.0	3,930	+ 4	3,934
30	253	5–39.5	78–54.5	3,440	− 2	3,438
	254	6–00.0	79–11.5	2,620	− 6	2,614
	255	7–11.0	79–34.5	850	+ 3	853
Apr. 4	256	6–46.5	80–58.5	2,000	− 5	1,995
	257	6–46.7	81–47.9	4,120	+ 7	4,127
5	258	5–47.5	82–35.8	4,085	+ 5	4,090
	259	5–48.0	83–26.5	4,080	+ 5	4,085
	260	5–49.0	84–15.0	4,015	+ 5	4,020
	261	5–46.0	85–06.0	3,980	+ 4	3,984

熊凝　武晴・小沢敬次郎・柳川　三郎

太平洋西北部及びインド洋における水中照度の測定

MEASUREMENTS OF THE INTENSITY OF SUBMARINE DAYLIGHT IN THE NORTH-WEST PACIFIC AND THE INDIAN OCEAN

Takeharu KUMAGORI, Kenichirō NAGATA, Hiroshi SUZUKI

Abstract

As the intensity of submarine illumination varies with that of sky light, both measurements have to be taken at the same time. In our Umitaka-Maru, a newly designed sky photometer and a submarine illuminometer were put to use for these measurements. The result is shown in table 2 by the coefficients assuming that the illumination in percentages of sky light diminishes exponentially toward the depth of the sea.

緒　　言

海水中の照度と海底象皆しくは魚群の游泳層との関係を究明する為に，先ず海水中の照度に関する実験的測定を行つた．海水中の照度は，太陽高度，天候，海面及海水中の状態に依つてその値が変動するものと考えられるから，海鷹丸に於ては海水中の照度の測定と同時に大空の照度の測定を行い，両者の関連を求めた．

照度の測定には前記諸条件の他に，測定時に於ける照度計面の向きが影響するから，可能な限りに於て器面を水平上方を向くように考慮したが，此の結果は所謂水平面照度に近似したものである．

照度測定装置

水中照度と同時に大空照度も測定できるように，船尾鳥居型マストの頂上で，周囲の物体により太陽光線を妨げられぬ位置に大空照度計を設置した．水中照度計は新に試作したもので垂下式である．指示器には感度 10^{-9} A のガルバノメーターを使用してある．受光面には4個のセレン光電池を取付け，1個は開放し (O) 3個はそれぞれ藍 (B)，緑 (G)，褐色 (A) のフィルターで覆い，太陽光の各波長に対する測定が可能なようにした．又，読取部には，切替スイッチがあり，これらの諸フィルターを附けた場合の照度と，大空光の照度を瞬時に切替えて読取れるようにしてある．又，水中照度計にはベローズを応用した水圧式深度計発振部を取付け，この指示は前記の読取部と同様に研究室内の同一位置に設置し，照度計の受光面と指示器を連結するキャプタイヤーコードは，鋼線入り6芯完全防水式のもので長さは110 mであるが，耐

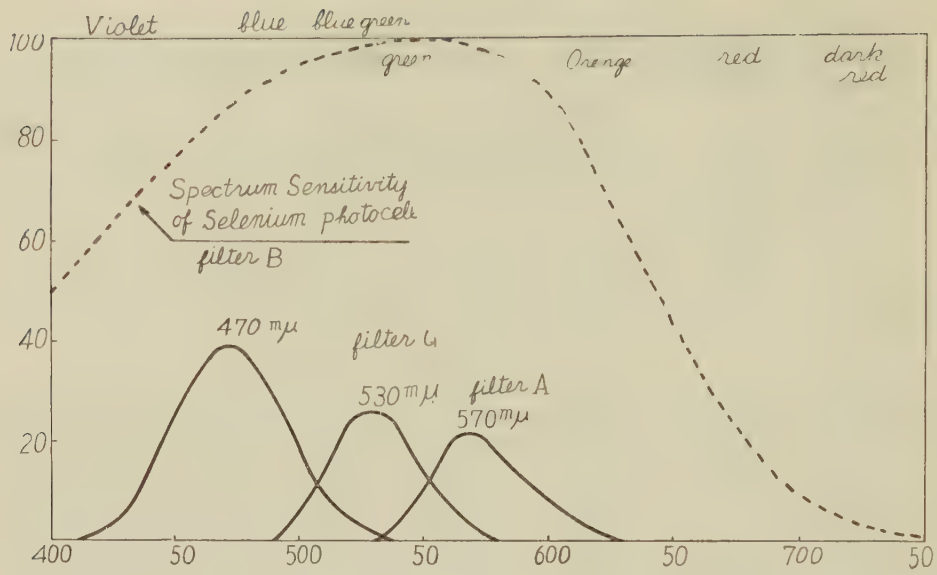


Figure 1. Spectro-transperency curves of colour filters

水圧強度の関係から実測は 80 米迄を限度とした．第1図はフィルターの分光透過率曲線並びにセレン光電池の分光感度曲線である．

測定時に多少（2～3°）の船の動揺は免れないので，水準器を利用してガルバノメーターの読取りの正確を期した．

測 定 結 果

1) 大空照度と水中照度との関係

昭和 32 年 12 月 6 日，インド洋上南緯 15 度 16.6 分，東経 63 度 52.5 分の地に於て，水中照度計を水面下 30 米の位置に吊下げ，日没前 4 分より日没後 27 分迄の間，水中照度及び大空照度を測定し，第1表の値を得た．大空照度に対する 30 米層の水中照度は，第2図の通りである．

即ち，フィルター B, G, O, A によつて異るが，A を除いて大空照度が 300 Lux 以上では，水中照度は凡そ大空照度に対して直線的である．

第3図は水中照度の大空照度に対する比が時間的に如何に変動するかを示している．即ち大空照度が 500～1000 Lux 程度では，O, B, G, A 各フイルターを通過した光線も良く透過し，日没後 12 分で大空照度が 500 Lux 程度になると透過が不良となる．然も，O, B, G, A 共次第に此の比の値が近似してくる．

2) 水中照度の大空照度に対する比の深度に関する減衰

太平洋北西部及びインド洋に於ける約 40 点の観測結果を次の如く整理した．

Table 1. Diminution of Under water Illumination in the Depth of 30 meter at sunset.

Ship's time Apparent time at 67°30′ E	Sky ill. (Lux)	Underwater Illumination			
		O	B	G	A
$18^h\ 81^m$	1820	245	410	207	175
33.5	1300	183	290	167	140
35	1140	150	251	146	140
37	980	120	202	117	140
39	880	95	145	98	130
41	790	73	125	75	106
43	890	60	85	70	84
45	397	24	28	21	21
47	316	18	19	16	16
50	284	11	12	11	10
52	274	8	9	8	10

Observed Location 56°16.′6 S. 63°-52.′5 E.
Weather b
Cloud St-Cu 4

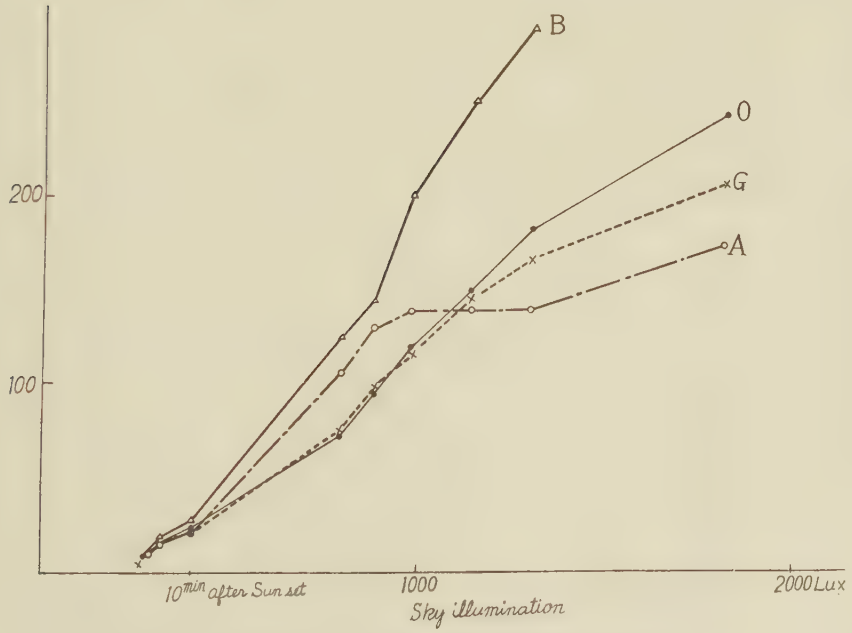


Figure 2. Submarine illumination in the depth of 30 m.

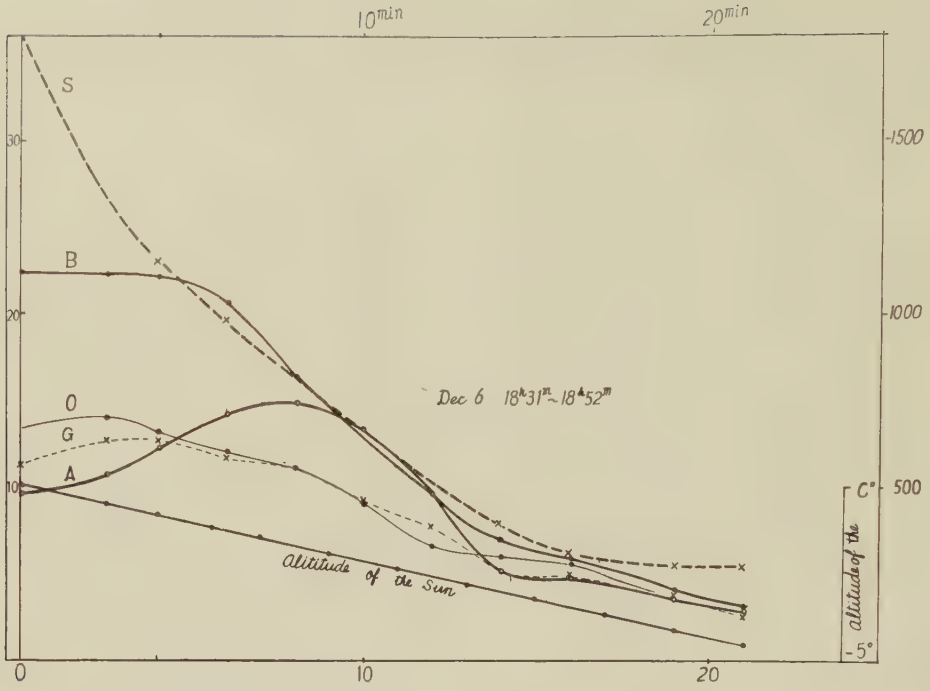


Figure 3. The diagram of submarine illumination in depth of 30 meters in the percentages of sky light

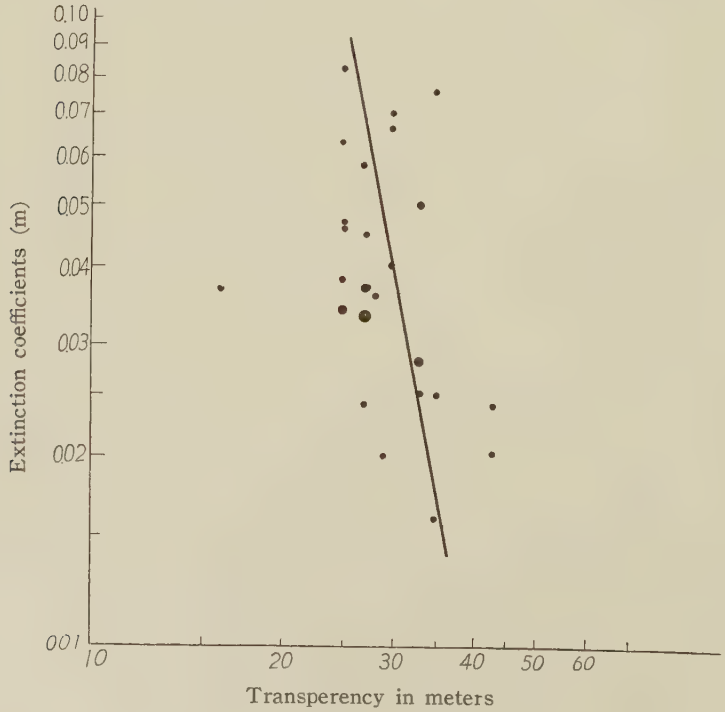


Figure 4. Extinction coefficients & transperencies of waters

Table 2-1. Observed data in the Pacific Ocean

$I_p = I_{0p}e^{-mr}$
$I = I_s I_p$
$I = I_{0p} I_{10} e^{-m(r-10)}$
I : The intensity of submarine illumination
I_s : The intensity of sky illumination
$I_p = I/I_s$ The submarine in percentage of sky light
I_{0p}: The submarine illumination in percentage of sky light on the sea surface
m : The coefficient of the extinction of daylight
γ : Depth from sea surface

Date	Ship's time	Time diff. to G.M.T.	Observed location Lat. Long.	Weather	Cloud Form Area	Trans-perency (m)	Sky illumination (Lux)	Filter	I_{10}	I_{0p}	m	Sun's altitude
1956 Nov. 1	0630~0730	−9h 0m	29°30′ N. 129° 0′ E.	bc	St-Cu 8	25	870~6,800	O		38	0.034	
								B		54	0.032	4°
								G		26	0.030	
								A		21	0.028	
Nov. 2	1135~1205	−9 0	25°59′ N. 124°51′ E.	bc	A-Cu 7	35	⩾80,000	O	3,950	110	0.025	
								B	6,070	115	0.019	
								G	3,800	100	0.031	36°
								A	2,070	95	0.040	
Nov. 9	1400~1440	−9 0	19° 8′ N. 123°54′ E.	bc	A-Cu 6	35	17,200	O		140	0.016	
								B		155	0.007	
								G		90	0.017	45°
								A		74	0.012	
Nov. 10	1020~	−8 15	16°18.′9N. 124°41.′5E.	b	St-Cu Ci-St 2	43	⩾80,000	O	7,800	125	0.024	
								B	13,200	115	0.017	
								G	10,800	160	0.045	51°
								A	8,200	140	0.037	
Nov. 11	0640~0740	−8 40	13°24′ N. 125°28′ E.	bc	A-St 5	43	4,800~7,800	O		30	0.020	
								B		42	0.018	
								G		21	0.021	8°
								A		21	0.032	
Nov. 11	1620~1630	−8 40	12° 0′ N. 126° 0′ E.	o	St-Cu 10	33	2,500~880	O		37	0.025	
								B		62	0.028	
								G		27	0.025	15°
								A		24	0.030	
Nov. 12	0652~0715	−8 45	10° 0′ N. 126°14′ E.	d	St-Cu 10	16	80~202	O		102	0.037	
								B		170	0.043	
								G		92	0.040	10°
								A		80	0.037	
Nov. 12		−8 45	8°30′ N. 127° 2′ E.			29	4,800~6,300	O		40	0.020	
								B		50	0.015	
								G		36	0.030	
								A		25	0.030	

Table 2-2. Observed data in the Indian Ocean

Date	Ship's time	Tims diff. to G.M.T.	Observed location Lat. Long.	Weather	Cloud Form	Area	Trans-perency (m)	Sky illumination (Lux)	Filter	I_{10}	I_{0p}	m	Sun's altitude
1956		h m											
Nov. 27	1800~1815	−7 15	6°50′S. 104° 0′E.					880~1,860	O		27	0.038	
									B		42	0.041	
									G		18	0.033	3°
									A		16	0.033	
Nov. 28	1035~1055	−6 55	7°42.′2S. 100°47.′5E.	r	Nb	10	28	7,000~7,800	O		40	0.036	
									B		78	0.039	
									G		50	0.042	67°
									A		39	0.042	
Nvo. 28	1823~1833	−6 55	8°10′S. 99° 5′E.	o	St-Cu	7	25	270~420	O		24	0.047	
									B		32	0.049	18^h19^m
									G		22	0.047	sunset
									A		15	0.043	
Nov. 29	0953~1013	−6 35	8°50.′5S. 96°17.′0E.	o	A-St A-Cu	9	25	⩾60,000	O	8,600	145	0.038	
									B	22,000	170	0.045	
									G	14,200	170	0.052	59°
									A	8,200	160	0.048	
Nov. 29	1823~1838	−6 35	9° 5′S. 97°17′E.				30	740~380	O		32	0.066	
									B		51	0.080	18^h21^m
									G		26	0.070	sunset
									A		19	0.067	
Nov. 30	1832~1847	−6 20	9°52′S. 92°11′E.				30	520~330	O		36	0.070	18^h26^m
									B		43	0.075	sunset
									G		26	0.062	
									A		33	0.072	
Dec. 1	0950~1014	−6 00	10°55′S. 87°30′E.	bc	Ci-St A-St	4	30	⩾60,000	O	18,600	150	0.040	
									B	40,400	150	0.038	67°
									G	14,900	150	0.045	
									A	13,400	170	0.049	
Dec. 1	1826~1842	−6 00	11°15′S. 86° 8′E.	o	A-St St-Cu	8	35	434~930	O		100	0.076	
									B		100	0.075	18^h26^m
									G		100	0.077	sunset
									A		50	0.065	

Table 2-3. Observed data

Date	Ship's time	Time diff. to G.M.T.	Observed location Lat. Long.	Weather	Cloud Form	Area	Transparency (m)	Sky ill. (Lux)	Filter	I_{10}	I_{0p}	m	Sun's altitude
1956 Dec. 2	0949~1014	−5 h 45 m	12° 2.′0 S. 82°49.′3 E.	c	Nb Ci-St	8	25	⩾60,000	O	15,000	150	0.046	
									B	22,000	150	0.040	
									G	25,000	200	0.076	58°
									A	15,000	180	0.065	
Dec. 2	1828~1842	−5 45	12°18.′7 S. 81°19.′0 E.	b	Cu	3	25	1,580~470	O		60	0.063	
									B		94	0.072	$18^h\,24^m$
									G		57	0.064	sunset
									A		27	0.052	
Dec. 3	1011~1033	−5 20	12°48.′0 S. 78° 3.′8 E.	bc	Cu	4	25	⩾60,000	O	13,000	140	0.034	
									B	25,000	130	0.025	
									G	29,200	240	0.088	67°
									A	15,000	270	0.085	
Dec. 3	1833~1847	−5 20	13°07.′3 S. 76°31.′5 E.	bc	Cu St-Cu	6	25	520~198	O		72	0.083	
									B		80	0.075	$18^h\,29^m$
									G		50	0.072	sunset
									A		44	0.070	
Dec. 4	1010~1030	−5 00	13°46.′0 S. 73°17.′5 E.	b	A-st	1	33	⩾60,000	O	11,600	135	0.028	
									B	25,000	135	0.028	68°
									G	22,000	170	0.054	
									A	21,800	190	0.064	
Dec. 4	1832~1847	−5 00	14°05.′2 S. 71°45.′5 E.	b	Cu Nb	1	27	790~140	O		57	0.058	$18^h\,31^m$
									B		80	0.063	sunset
									G		41	0.055	
									A		42	0.059	
Dec. 5	0918~0938	−4 40		b	Ci Ci-Cu	3	27.5	⩾60,000	O	15,000	150	0.037	
									B	33,200	160	0.040	
									G	22,000	175	0.057	
									A	21,800	190	0.065	
Dec. 5	1832~1851	−4 40	14°53.′9 S. 68°58.′8 E.	bc	Ci-Cu Cu-Nb	4	33	740~60	O		65	0.050	
									B		55	0.055	$18^h\,32^m$
									G		45	0.045	sunset
									A		31	0.039	

Table 2-4. Observed data in one position

Date	Ship's Time	Time diff. to G.M.T.	Observed location Lat. Long.	Weather	Cloud Form	Area	Transp. (m)	Sky ill. (Lux)	Filter	I_{10}	I_{0p}	m	Sun's altitude
Dec. 6	0539~0558	h m −4 40	15°12.′0S. 64°48.′0E.	b	Ci-Cu Cu Cu-Nb	3	27	650~4,420	O		53	0.045	
									B		83	0.042	
									G		40	0.045	0531
									A		35	0.044	sunrise
Dec. 6	0633~0649		Same	as	above			(22,500~20,000)	O	2,800	135	0.033	
									B	4,400	130	0.028	
									G	2,400	150	0.040	12°
									A	2,600	170	0.052	
Dec. 6	0736~0752		Same	as	above			(22,500)	O	4,200	130	0.026	
									B	6,200	130	0.024	27°
									G	4,400	160	0.048	
									A	3,000	170	0.050	
Dec. 6	0831~0848		Same	as	above			(60,000)	O	10,600	140	0.036	
									B	11,800	130	0.026	44°
									G	9,200	170	0.053	
									A	8,200	195	0.065	
Dec. 6	0932~0956		Same	as	above			⩾60,000	O	16,600	140	0.033	
									B	25,000	135	0.028	58°
									G	25,200	200	0.066	
									A	13,400	185	0.060	
Dec. 6	1033~1050		Same	as	above			⩾60,000	O	29,600	135	0.033	
									B	⩾62,000	135	0.033	72°
									G	34,200	170	0.055	
									A	24,000	180	0.060	
Dec. 6	1133~1149		Same	as	above			⩾60,000	O	13,000			
									B	28,600			
									G	10,800			
									A	19,200	140	0.033	

Table 2-5 Observed data

Date	Ship's time	Time diff. to G.M.T.	Observed location Lat. Long.	Weather	Cloud Form	Area	Transp. (m)	Sky ill. (Lux)	Filter	I_{10}	I_{0p}	m	Sun's altitude
1956 Dec. 7	1145~1158	−4h 15m	15°28.′0 S. 62°01.′0 E.	b	Ci	1	42	15,200~22,500	O		42	0.018	
									B		70	0.014	
									G		59	0.036	82°
									A		50	0.040	
Dec. 8	1825~1831	−4 5	15° 3.′4 S. 60°30′ E.	b	Cu	3	26	690~412	O		53	0.068	
									B		70	0.070	sunset
									G		35	0.061	
									A		23	0.053	
Dec. 9	1837~1845	−4 15	16°13.′7 S. 61°26.′0 E.	bc	Cu Cu-Nb Ci-Cu	6	30	600~112	O		21	0.025	
									B		10	0.018	$18^h\,34^m$
									G		11	0.020	sunset
									A		8	0.013	
Dec. 10	1241~1248	−4 10	17°19.′5 S. 60°38.′5 E.	b	Cu	2	47	⩾60,000	O	6,700	140	0.020	
									G				76°
									A				
Dec. 10	1846~1905	−4 10	17°55.′3 S. 59°45.′0 E.	b	Cu	2	25	330~45	O		46	0.070	$18^h\,35^m$
									B		56	0.078	sunset
									G		36	0.074	
									A		28	0.070	
Dec. 11	0939~0957	−3 55	19°47.′4 S. 57° 4.′4 E.	b	St	4	30	⩾60,000	O	13,000	130	0.025	
									G	19,000	165	0.051	59°
									A	19,200	180	0.057	
Dec. 11	1847~1903	−3 55	20°33.′5 S. 55°41.′0 E.	bc	A-St St-Cu	4	30	345~256	O		110	0.090	
									G		78	0.090	$18^h\,45^m$
									A		65	0.086	sunset
Dec. 12	1024~1041	−3 55		bc	A-St St-Cu	7	35	⩾60,000	O	19,000	165	0.036	
									G	19,000	180	0.063	
									A	19,200	200	0.075	
Dec. 13	0959~1020	−3 20	24°22.′5 S. 48°30.′0 E.	o	Nb	9	27	10,800~60,000	O		53	0.043	
									G		60	0.057	
									A		68	0.074	
									O	15,000	150	0.039	
									G	25,200	180	0.058	
Dec. 15	1009~1025	−2 40	29°00.′5 S. 29° 3.′0 E.	bc	Ci A-St	4	25	⩾60,000	A	21,800	180	0.063	66°

1. 大空照度が測定中に変化しない場合で 60,000 Lux を超える時は，10 米層の水中照度に対する百分率で表わす．

2. 大空照度が測定中に変化する時は，それぞれ水中照度を測定した時の大空照度に対する百分率で示す．

3. 水中照度の百分率は指数的に下式によつて減衰するものと仮定した．

$$I_p = I_{0p}e^{-mr}$$

I_p: 水中照度の前項 1, 2, の百分率

I_{0p}: 深度 0 m に於ける百分率

m: 消滅係数に相当するもの

r: 海面よりの深度 (meter)

大空照度を I_s とすれば水中照度 $I=I_sI_p$ である．又，大空照度が 60,000 Lux 以上の場合 10 米層の水中照度を I_{10} とすれば水中照度 $I=I_{0p}I_{10}e^{-m(r-10)}$ である．

測定結果は第 2 表に示す．

透明度と消滅係数 m の関係は，第 2 表より O (開放) の場合を取つても第 4 図のように，バラツキが多い．然し，透明度が良くなると消滅係数が急戦に減少するのが見られる．

Poolo and Atkine によれば消滅係数は海水の透明度に逆比例することがいわれているが，以上のような結果からは必ずしも一致しない．

結　　言

太平洋の北西海域及びインド洋中部に於て測定した海水中の照度は，以上述べたように極めて複雑で著しきバラツキが見られる。これは水中に垂下した水中照度計の揺れに起因する点が多く，色々な海況の場合の集計であるがために，止むを得ない結果と考えられる。同一点に定置して，数日或いは数十日連続に行えば良いのであるが，その機会を得られなかつたのは残念である。今後更に研究を続けたい希望を持つている。なお，この研究に関する研究費の一部は文部省科学試験研究費の補助を受けている。厚く謝意を表する。

熊凝　武晴・永田憲一郎・鈴木　裕

インド洋における偽底像

DEEP SCATTERING LAYER EXISTS IN THE INDIAN OCEAN.

Takeharu Kumagori, Hiroshi Suzuki, Hideo Hōtani.

Abstract

Since 1942 numerouse observations have shown that there exists in the oceans at a depth of 300–400 meters a layer that scatters sonic and ultra-sonic sound. This layer called the "Deep Scattering Layer" (D.S.L.), rises to the surface at sundown and sinks down again at sunrise.

It has been impossible to attribute the phenomenon to any physical discontinuity known at present in navigational circles. On the other hand, numerous marine organisms show vertical immersion in connection with light, therefore most authorities agree that this scattering layer must be formed by concentrated groups of living organisms.

In the previous articles we analyzed works on this subject that had appeared by 1957, described our own observations in detail, and made some reservations as to the hypothesis of the biological nature of the phenomenon.

D. S. L. was observed every day in the Indian Ocean (from Albatross to Malacca passage) during our recent expedition by the training and research ship "Umitaka-maru" which was equipped with 20 k.c. deeps sea echo sounding machine:—

Observational facts.

1) The existence of a deep layer scattering sonic and ultra-sonic waves is a universally recognized phenomenon in all areas of the Indian Ocean, while it has not been observed at the Antarctic Ocean.
2) This layer is in daylight usually found at a mean depth between 300–400 meters. The extreme existence of the layer we could observe reaches a depth of 500 meters.
3) The layer formed by concertrated groups of living organisms rises to the surface at sunset according to their favourite submarine illumination (3.5～4.0 lux), descends again at sunrise, and remains at an approximately even depth by daylight.
4) The speed of immersion varies from 2 to 6 meters per minute.
   Before sunset 3.0～4.5 m/min.
   After sunset 2.0～3.0 m/min.
   Before sunrise 3.0～3.5 m/min.
   After sunrise 3.3～6.0 m/min.

緒　　言

超音波音響測深機の記録にあらわれる偽底偽 (Deep Scattering Layer; D. S. L.) の成因，性状，並に変化状況については色々の研究がある．D.S.L. は音響測深機に使用されている超音波の反射の結果として，間接的に記録紙上又はオツシログラフ上に現われる反射現象で，300～400 米の深度に認められておつた．

1950 年よりのわれわれの研究結果から見ると，D.S.L の発生は海の深さと季節には無関係で，日没時に上昇し，日出時には表面より深処に下降し，昼間は 300～400 米深層に停留しているのが一般である．又この層を構成している原因は，微生物によるものと，他の物理現象によるものとの二つに考えられるが，超音波の反射音圧の実験結果から見ると次表の如く両者を

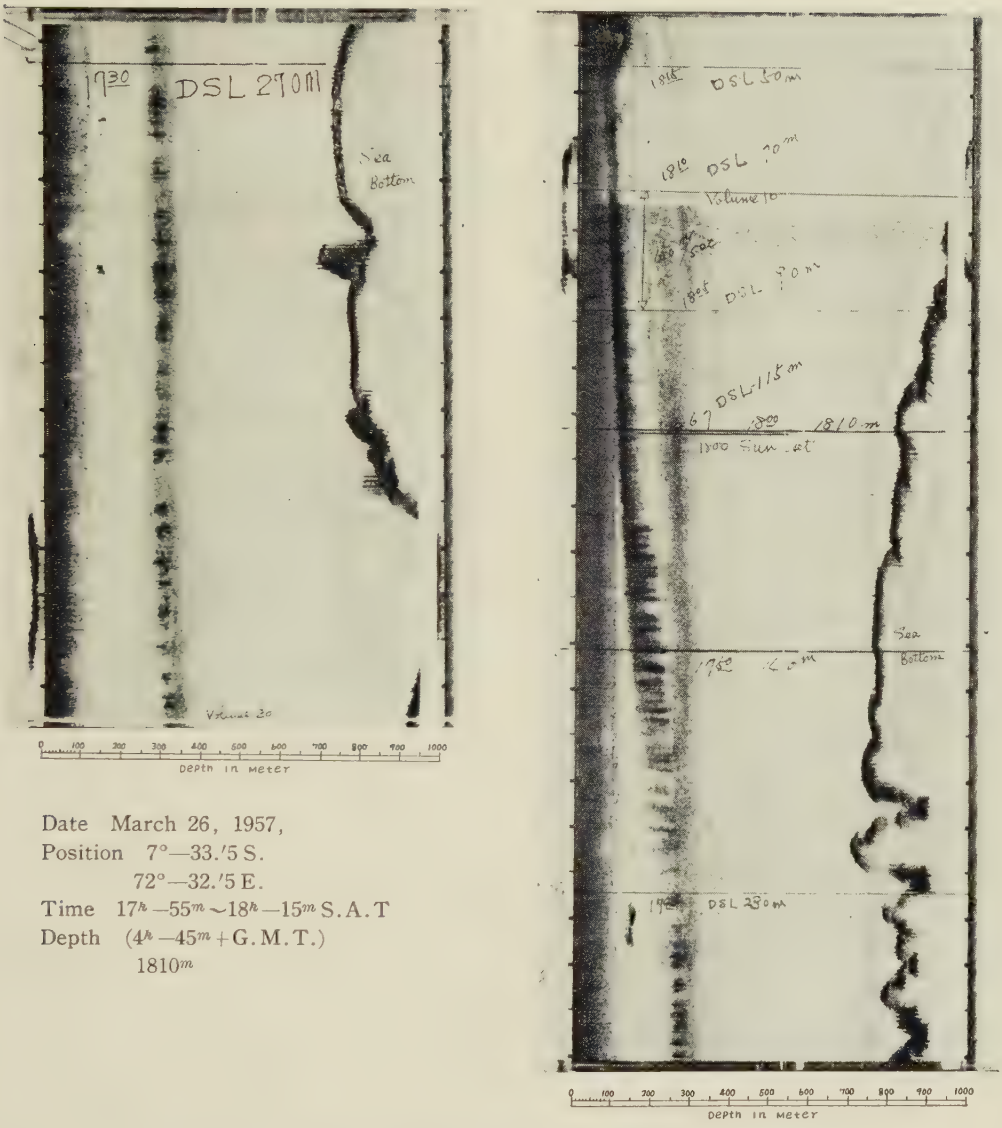
周波数 28 k.c の場合

D. S. L. の成因	温度差	密度差	プランクトン稚魚	反射音圧差
物理現象	2.6C°			1 db
	5.0C°			8 db
		0.0020		5 db
		0.0033		7 db
生物現象			47.4 cc 混合	5 db
			142.2 cc 混合	7 db

区別することが出来ないので，他の方法を用うることを考えた．またこれ等がプランクトン或は稚魚群に原因するとすれば，水中照度が問題で，水中照度計を直接に垂下すると拡散してしまうので，これも亦困難であつた．インド洋に於ける水中照度の実験結果，大空照度と海水の透明度とによつて，任意水層に於ける水中照度の間接測定法を考え得られたので，プランクトン或は稚魚に依るものと，温度差或は密度差に依ると思われるものとの区別を試みた．同時にプランクトン等に依る D.S.L. の上昇・下降の原因，その速度，或は嗜好照度等に関する実験をインド洋で行うことにした．

偽底像の現象

インド洋に於ける偽底像 (Deep Scattering Layer; D.S.L.) に就て，南極航海の途次 12 月 3 日スンダ海峡を出て以来調査を始めた．一般には大平洋と較べて微弱であるが，極深海音響測深機の高性能な分解力に依つて，連続的に，D. S. L. をその記録紙上に認めた．昼間には，300～400 m 層に認め，日没時に上昇するのであるが，この際には二種類に分れる．一つの層



Date March 26, 1957,
Position 7°—33.′5 S.
72°—32.′5 E.
Time $17^h-55^m \sim 18^h-15^m$ S.A.T
Depth $(4^h-45^m+$G.M.T.)
1810^m

Figure 1. Record of Deep Scattering Layer by echo sounder.

は 250～300 m 位迄上昇して停留する.

今一つの層は，2～3 米/分 の速さで上昇し，日没時には約 100 m 前後の層に達し，更に上昇をつづけて，日没後 20 分間位は，記録濃度は薄くなつて，30 m 層位に達し拡散して了う.

日出の場合，表層近く拡散していたらしいものが，日出 30 分位前頃より次第に濃縮し，帯状の形態をとつて．3 米/分 程度の速度で下降を始める．日出に当つて，急に速度を増し急下降し 300～400 m，時には 500 m の深処に停留するのが一般現象で，単純なものが多い．従来 D.S.L. の正体に関する研究には，その原因を海水密度，温度の変化層等の物理現象による説と，稚魚或いは微生物に依る説の両者があつて，永く議論の的であつた．普通型の音響測深機では，反響勢力微弱なる為に，測定には不便の点が多かつたが，発振勢力の強い極深海音響測深機を使用したので，絶えず稚魚・微生物等によるものと，海水の物理的現象に依るものらしき D.S.L. と二種類を記録上につかむ事が出事た.

日没，日出に当つて表面へ上昇拡散，或いは表面より下降するものは，稚魚，プランクトン等の採集を出来た事に依て，生物の集団によるものと認められた.

200～400 米の深層に絶えず停留する D.S.L. は，採水器等をその層に吊下すす事に依つて，海水に変動を与えると一部か消滅する．この点から見ても前者と相違せる原因のものと思うのが妥当であろう．南極洋で D.S.L. の発見に努めたが，微弱なものばかりと，白夜の関係で目的を果すことが出来なかつた.

インド洋に於ける D.S.L. の形態

インド洋に於ける D.S.L. の形態には色々あつたが，大別すると二種類に分つことが出来る．一つは普通の帯状のものであつて，その巾は一定しない，(第 1 図)．今一つは濃淡マダラなつているもの (第 1 図) で生物の種類によるものと思われる．前者は，プランクトン等の極めて小さな微生物の集団で，後者は大型プランクトンや稚魚の類によるものである事は，採集物より判定する事が出来た．これ等に依ると， D.S.L. の昇降並びにその速さは，色々の海況に依るものと思われるが，主なる原因は水中の照度によることは明瞭である.

日没時の D.S.L.

300～400 米層に停留している D.S.L. が，日没前 20～30 分頃より上昇を始める． この場合の速さは，比較的速いのが普通で，3～4.5 米/分 程度が普通であつた．日没 10 分前位に達し，その速さは 3 米/分 程度になり，日没時には 90～110 米層に浮上する．低緯度に於ては，日没後の薄明間隙が短い為に，中緯度附近のものとは若干相違はあるが，日没後 10 分にして 75～80 米層に達し，20 分後には 55～60 米層となる．上昇速度は著しくにぶつて，遂に拡散するのが一般である．測定した第 1 表の 9 例は殆んど同様な形態をとつている.

日出時の D.S.L.

日出時の D.S.L. の変化は，日没時のものに比較すると，変化は急激であるから，うつかりすると，測定し損じる怖れがある．海表面に広く拡がつているプランクトン，微生物，或は稚魚等が薄明の度が加わると共に，集結して，日出 30～40 分前に 60～100 米巾に圧縮される．これで始めて D.S.L. としての形態を知るのである．

日出時迄は約 3～3.3 米/分 の速さで下降を始め，日出時後は急に速さを増し，3.3～6.0 米/分で下降し，250～300 米層，時には 300～400 米層に達して停留する．この際に，微生物，プランクトン，稚魚等以外の原因による D.S.L. が，200～300 米層にある場合がある．その上昇下降は，極めて微量で，上層より下降して来る D.S.L. がこの層に達すると，両者が判然としない一つの層になつて了う場合が殆んどである．

日没時に上昇する D.S.L. が，この層から分離したように上昇し，他の原因に依ると思われるものは第一図の如くそのままその位置附近に残り停留して二条となる場合がある．

昼　間

昼間は 300～400 米層に一条，時には平行に二条の D.S.L. が停留し，微かの異動を行つている．

Table 1. Day light intensity in Deep Scattering Layer at dawn and dusk.
At sunset.

Date	Position	Time		D.S.L.		Illuminate			Sea	Wea-	Cloud
		Sun-set	Obser-vation	Depth	Vel.[1]	Sky	Intensity[2]	Trans-parency	depth	ther	
				m	m/min.	Lux	Lux	m	m		
3/20	32°-16′ S.		1752	93		1140	4.56				
				90		500	3.00				
	52°-47′ E.	1802	1812	85	0.5	292	3.79	35			
			1822	80		203	4.06				
(1)			1832	80		186	3.72				
							3.82				
3/21	20°-00′ S.		1756	85		975	16.57				
			1800	72		585	16.96				
	57°-10′ E.	1802		69		455	14.56				
			1806	60	1.3	315	14.49	35	3650		
(2)			1810	50		228	15.27				
							15.57				
3/23	14°-12′ S.		1756	135		1490	3.43				
			1800	125		1070	3.64				
	61°-53′ E.	1803		115		595	3.47				
			1806	110	2.5	490	2.99	35	3570		
(3)			1810	105		390	2.81				
							3.27				
3/24	11°-40′ S.		1755	121	3.0	1130	4.52				
				110		550	4.95				
	63°-00′ E.	1800	1806	90	2.5	370	4.81	35	2940		
			1810	80		235	4.70				
(4)			1815	70	2.5	172	5.16				
					2.7		4.83				

Date	Position	Time		D.S.T.		Illuminate			Sea depth	Weather	Cloud
		Sunset	Observation	Depth	Vel.[1]	Sky	Intensity[2]	Transparency			
				m	m/min.	Lux	Lux	m	m		
3/25 (5)	9°-28.'5S. 67°-33.'0E.	1800	1750	119		580	4.35				
				105		236	4.72	35	3970		
			1805	80	2.5	121	4.47				
			1810	65		42	4.20				
			1820	40			4.43				
3/26 (6)	7°-33.'5S. 72°-32.'5E.	1800	1755	111		930	5.49				Cu, St-Si
				105		850	5.40	35	1810	c	Cu-Nb
			1805	83	2.2	380	5.70				
			1815	70		186	5.58				
							5.54				
3/27 (7)	3°-52.'0N. 78°- 2.'0E.	1803	1800			1460					
				105		1140	8.55				
			1806	97	2.6	880	9.57	35			
			1810	80		440	8.80				
			2815	74		260	7.67				
							8.65				
4/5 (8)	5°-46.'1N. 88°-33.'0E.	1801	1755	100		2140					Ci-St } 7
			1800	95		1290	14.2				Cu }
					3.3						
			1803	90		860	11.2	30	3965	c	
			1806	80		630	12.0				
			1809	75	1.7	540	12.4				
			1812	73		480	11.4				
							12.3				
4/6 (9)	5°-54.'5N. 90°-37.'8E.	1800	1754	130		630	1.75				Ca-St }
			1757	120	3.3	600	2.60	30	2660	bc	Ci-St } 5
				115		600	3.00				Ci }
			1803	110		600	3.60				
			1806				2.69				
4/12	14°-32.'3N. 121°-28.'5E.	1311	1802	240		1420	0.07				Cu
			1805	240		960	0.05	25	2600	bc	St-Cu
			1808	230		650	0.03				
				230		360	0.02				
			1814	230		200	0.01				
			1817	230		60					

At sunrise.

Date	Position	Time		D. S. L.				Sea depth	Weather	Cloud
		Sunrise	Observation	Depth	Vel.	Downward time[3]	Stationary depth			
				m	m/min.	min.	m	m		
3/25	10°-35.'0S. 65°-31.'0E.	0543	0513	40	3.0	30	270	3800		
				130						
			0913	270	4.0					
3/27	6°-30.'0S. 78°-12.'0E.	0551	0523	80						
				130	2.0	10	270	3370		
			0601	270						
4/5	5°-46.'8N. 83°- 5.'0E.	0555	0523	65	3.3					
				170		16	220	4075		
			0611	220	3.0					
4/6	5°-46.'0N. 88°-10.'0E.	0538	0508	75	0.6					
			0524	85		22	240	3940		
				180						
			0600	245	6.8					

1) Velocity moving upwards
2) Transparency measured by Secchi's disc.
3) Downward times from sunrise to stationary depth.

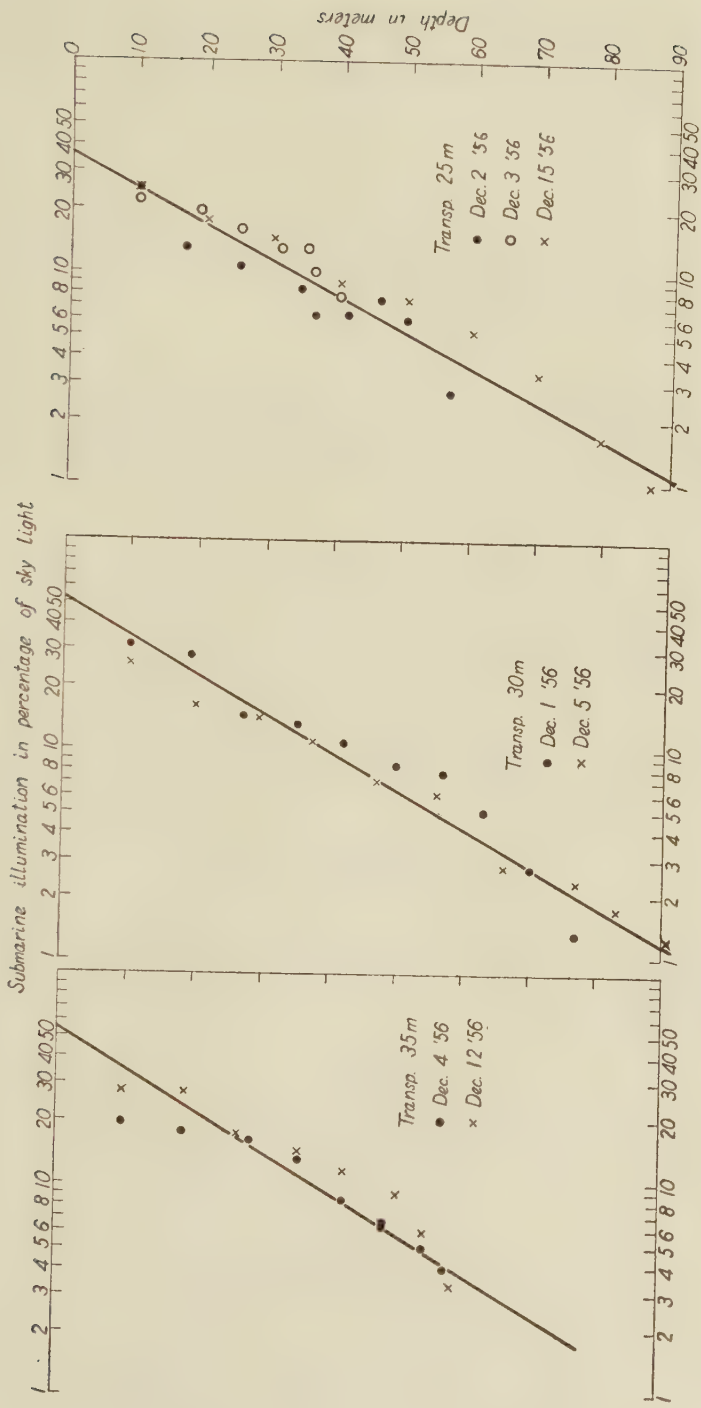


Figure 2. Curves show the submarine illumination in percentage of the sky light.

D.S.L. 層の照度測定

2個の照度計を水中に吊下して，上昇中の D.S.L が，その照度計附近を通過する時の水中照度を測つた例がイギリスにある．又水上に集魚灯のように，燭光の判明した光源を置いて，その照度を加減しつつ，透明度板に依つて透明度を計り，その変化曲線と D.S.L. の深度変化曲線とを比較検討した実験例もある．

今度測定した方法は，著者等の研究に依て得た透明度一定の海水中に於ける大空照度と，水中照度の深度に関する第2図の減衰曲線を用いた．即ち D.S.L. が各深度に達した時の大空照度を測定して，その層の水中照度を求める方法である．

装　置

光電池を使用した大空照度計を，海鷹丸のアーチ型後檣の上部に，附近からの陰影の生じない位置を撰んで設置した．ケーブルによつて研究室内に導き，10^{-9} A のタンゼント・ガルバノメーターによつて読み取る方式である．

この方法を用うると，瞬時の照度変化をも自由に測定する事が出来る．

測　定

D.S.L. の水中照度を測定する時の前（日没時）後（日出時）20 分の明るい時に海水の透明度を透明板によつて測定した．インド洋での実験結果から得た，第2図の大空照度に対する水中照度の減衰曲線は，各透明度について用意してあるので，その時の海水透明度と，極深海音響測深機に現われる D.S.L. の深度と，大空照度から第2図によつてその深度に於ける水中照度を求める事にした．

D.S.L. と照度との関係

インド洋に於ける D.S.L. に就て，3月 20 日～4月6日（1957 年）の間，第1表の如く9回の照度測定を行つた．各 D.S.L. の照度に付ては，若干の測定誤差はあるものとしても，その傾向を見るためには充分である．

Table 2

No.	Mean illumination at D.S.L.	Limits of illumination at D.S.L.
1	3.82 Lux	3.00～ 4.60 Lux
2	15.57	14.49～16.97
3	3.27	2.81～ 3.64
4	4.83	4.52～ 5.16
5	4.43	4.20～ 4.72
6	5.54	5.40～ 5.70
7	8.65	7.67～ 9.57
8	12.30	11.2 ～14.2
9	2.69	1.75～ 3.60

実験結果に依ると，D.S.L. の各深度に於ける照度は，第2表の如くほぼ一定値を現している．測定日に依つて D.S.L. の平均照度が異ることは，構成しているプランクトン，稚魚等の種類や性質によるものと思われる．(時間の関係で生物採集は省略した．)

考　　案

1. D.S.L. の性質

以上の結果から考えると，D.S.L. を構成しているものの一つは明かに生物であつて，その種類に応じ一定の照度を追い移動するために，日没時には上昇，表層に於て拡散し，日出時には再び集結し下降を生ずるのであるという事が出来る．

昼間一定層に停留する事も，矢張り照度の関係で，250 米層附近の水中照度は 3.5～4.0 Lux 程度のものと思われる．現在使用している水中照度計は，耐圧の関係上，深度 130 米を限度としているために，確認は出来なかつたが，水中照度減衰曲線から推算すると，その程度となる．

D.S.L. を構成している第二のものは，海水の温度差或は密度差のある附近に現われ，昼間は第一のものと折重つて停留する．日没時にこの第二のものは，その侭残留するか，又は若干上昇 (時には 100 米以上緩上昇する) して停留し，第一のものは表面まで比較的急傾斜に上昇

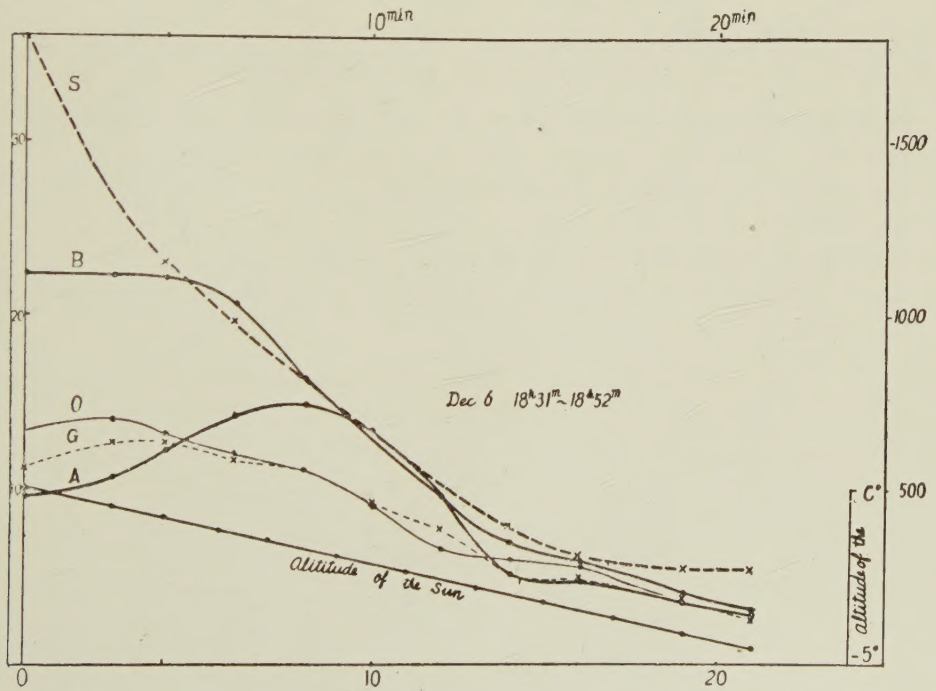


Figure 3. The diagram of submarine illumination in depth of 30 meters in the percentages of sky light.

する．日出時には第二のものは 200～300 米層に存在し，表層に於て再集結して現われた第一のものは，日出とともに急速に下降を生し第二に合すると，そのなかに溶け込んだが如く一つになつて昼間停留するのがインド洋の姿であつた．

2．D.S.L. の昇降速度

生物即ちプランクトン，稚魚による D.S.L. の昇降速度は，水中照度の変化に応じ，一定の照度を追うために生ずるものであるということが出来る．故に日没時前後に於て，速度差を生づる事は，第3図の大空照度の変化曲線によつて証明される．

一般に日没時迄は，3～4.5 m/min. 日没時後は 3 m/min. 以下となる．

日出時に於ては，日出前は 3～3.5 m/min. で，日出後は大空照度が急激に増大するために 3.3～6.0 m/min. の速さで下降するものである．

結　　言

インド洋に於ける偽底像はプランクトン，稚魚等の集結に依るものと，海水の温度差或は密度差に依るものとの二種を判然と区別が出来，前者の日没或は日出の上昇，下降運動はその生物の最も好む“明るさ”即ち水中の照度を追つて常に一定の明るさに居る事が判明することが出来た．又日没後に至つては，ついに集結を解いて拡散するものの様であつた．

文　　献

1. Remarks concerning the present state of the Deep Scattering Layer problem. By P. Tehernid.
2. The deep sea layer of life, By Lionel A. Walford.
3. 漁船研究技報．
4. 文部省科学試験研究成果報告（昭和 27，28，29 年）
5. Recent findings about the Deep Scattering Layer. By J.B. Hersey, H.B. Johnson and L.C. Davis.

熊凝　武晴・鈴木　裕・宝谷　英生

昭和三十三年三月二十五日　印刷
昭和三十三年三月三十日　發行

發行人　東京水産大學
松生義勝

印刷人　笠井康頼
東京都千代田區富士見町一の十

印刷所　國際文献印刷社株式會社
東京都千代田區富士見町一の十